

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

SPÉCIALISATION HÉMISPHERIQUE : CONFRONTATION DES MODÈLES DE
LURIA, DELIS-KAPLAN, DES HÉMISYMPTÔMES ET ÉNERGÉTIQUE DE
BRAUN CHEZ DES ENFANTS, ADOLESCENTS ET JEUNES ADULTES
CÉRÉBROLÉSÉS À L'ENFANCE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
ANIK GUIMOND

AOÛT 2011

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

D'abord, j'aimerais remercier mon directeur de thèse, Claude Braun, qui m'a soutenue et enseigné depuis ma thèse de baccalauréat jusqu'à la fin de mon doctorat. Il m'a aidée à développer mes connaissances en neuropsychologie, à parfaire mon sens critique, à comprendre la méthode scientifique et à l'appliquer ainsi qu'à partager mes connaissances avec rigueur. Dr Braun a montré une grande confiance en mon potentiel et s'est dévoué à le développer au maximum. Je dois également le remercier pour avoir été un directeur de thèse très disponible et généreux de son temps.

Je tiens à remercier Dr Sylvie Daigneault qui a été d'un support moral et académique extraordinaire. Dr Daigneault s'est dévouée bénévolement à la recherche de participants et à la coordination du projet. Je remercie également toutes les personnes qui ont contribué à la recherche de participants, soit les psychologues du département de psychologie de l'Hôpital de Montréal pour Enfants, Audrée Grenier des archives médicales, Mme Josée Lamarre et surtout, Dr Jean-Pierre Farmer qui, malgré son horaire chargé, a pris le temps de m'aider dans le recrutement ainsi que dans l'interprétation de données médicales.

Je remercie également ma famille, mes amis et mon conjoint pour leur compréhension et leur support tout au long de mes études. Leur écoute et leurs encouragements m'ont motivée à continuer.

Finalement, je remercie les organismes qui m'ont aidée financièrement dans la réalisation de mon objectif, soit le Conseil de recherches en sciences naturelles et génie, le Fond québécois de la recherche sur la nature et les technologies, les Caisses Desjardins ainsi que la Fondation de l'UQAM.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RÉSUMÉ.....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1	
CONTEXTE THÉORIQUE.....	2
1.1 Latéralisation chez l'enfant et déficits cognitifs à long-terme	2
1.2 Spécialisation hémisphérique du langage.....	4
1.3 Spécialisation de l'hémisphère droit pour certains traitements visuospatiaux..	6
1.4 Traitement des aspects globaux et locaux.....	11
1.5 Latéralité des héli-symptômes.....	14
1.6 Modèle du biais de réponse.....	16
1.7 Modèle énergétique de Braun.....	18
CHAPITRE II	
BUTS DE LA PRÉSENTE RECHERCHE ET PRÉDICTIONS.....	21
CHAPITRE III	
MÉTHODE	23
3.1 Participants.....	23
3.2 Procédure de recrutement et considérations éthiques.....	24
3.3 Matériel.....	25
3.4 Analyses.....	33
CHAPITRE IV	
RÉSULTATS	38

4.1	Article 1. Effects of unilateral lesions incurred in childhood and adolescence: Evidence of hemispheric specialization from neuropsychological tests of response bias.....	38
4.2	Article 2. Crossed dissociation of errors of omission and of commission as a function of hemisphere lesioned on tasks of complex executive functions.....	90
CHAPITRE IV DISCUSSION ET CONCLUSION.....		117
ANNEXE A LETTRE D'APPROBATION DU COMITÉ ÉTHIQUE SCIENTIFIQUE DE L'HÔPITAL DE MONTRÉAL POUR ENFANTS.....		133
ANNEXE B FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ET LETTRE AVISANT D'UNE FUTURE SOLLICITATION.....		136
ANNEXE C QUESTIONNAIRE INITIAL.....		140
ANNEXE D REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS GLOBAUX ET LOCAUX AU SOUS- TEST DESSIN AVEC BLOCS DU WAIS-R NI (KAPLAN ET AL., 1991)		143
ANNEXE E CASSE-TÊTES C-2 ET C-3 ET TYPE D'ERREURS PRODUITES AU SOUS-TEST ASSEMBLAGE D'OBJETS DU WAIS-R NI (KAPLAN ET AL., 1991)		145
ANNEXE F CONSIGNES DE PASSATION POUR LA FIGURE COMPLEXE DE REY		148
ANNEXE G PROTOCOLE DE LA FIGURE COMPLEXE DE REY		150
ANNEXE H ÉLÉMENTS GLOBAUX ET LOCAUX TELS QUE CONCEPTUALISÉS PAR BINDER (1982)		153
ANNEXE I PROTOCOLE DE LA FIGURE COMPLEXE DE REY SELON LA LATÉRALITÉ (DENMAN, 1984)		155

ANNEXE J	
CONSIGNES DE PASSATION DES HISTOIRES DE L'ÉCHELLE DE	
MÉMOIRE POUR ENFANTS	157
ANNEXE K	
TEST D'APPRENTISSAGE VERBAL DE CALIFORNIE (CVLT)	161
ANNEXE L	
CONSIGNES DE PASSATION DU TEST DES FIGURES RÉCURRENTES	
DE KIMURA (KIMURA, 1963)	167
ANNEXE M	
TEST GLOBAL/LOCAL DE DÉNOMINATION DE LETTRES	169
ANNEXE N	
ÉCRAN PRINCIPAL DE SAVR	181
ANNEXE O	
ÉPREUVE DE MÉMOIRE DE TRAVAIL ET D'ATTENTION DIVISÉE DE	
SAVR	182
ANNEXE P	
ÉPREUVE D'ATTENTION SOUTENUE ET DE MÉMOIRE DE TRAVAIL	
DE SAVR.....	183
ANNEXE Q	
ÉPREUVE DE MÉMOIRE RÉTROSPECTIVE INCIDENTE DE SAVR	184
ANNEXE R	
ORDRE DE PASSATION DES TESTS	185
ANNEXE S	
DESCRIPTION DES TRANSFORMATIONS DES VARIABLES POUR	
L'OBTENTION DES DISTRIBUTIONS NORMALES DANS L'ARTICLE 1	186
ANNEXE T	
DESCRIPTION DES TRANSFORMATIONS DES VARIABLES POUR	
L'OBTENTION DES DISTRIBUTIONS NORMALES	189
ANNEXE U	
FICHIER DE SORTIE SPSS DES ANALYSES STATISTIQUES	
DE L'ARTICLE 1	190

ANNEXE V	
FICHIER DE SORTIE SPSS DES ANALYSES STATISTIQUES DE L'ARTICLE 2	218
BIBLIOGRAPHIE	241

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Exemple d'un stimulus hiérarchique	11
<i>Article 1 : Effects of unilateral lesions incurred in childhood and adolescence: Evidence of hemispheric specialization from neuropsychological tests of response bias.</i>		
1	Exemple de stimuli du test global/local de dénomination de lettres	57
2	Nombre total d'erreurs de commission de type «interférence» et «bris de règles» au test des Fluidités verbales du D-KEFS en fonction du côté de la lésion et de la présence versus absence de lésion du lobe frontal	66
3	Analyse du cas TP : IRM cérébrale	70
4	Analyse du cas TP : Rappel immédiat spontané de la Figure Complexe de Rey avec les erreurs de commission surlignées en gras	71
5	Analyse du cas DT : IRM cérébrale	72
6	Analyse du cas DT : Rappel immédiat spontané de la Figure Complexe de Rey avec les erreurs de commission surlignées en gras	73
<i>Article 2 : Crossed dissociation of errors of omission and of commission as a function of hemisphere lesioned on tasks of complex executive functions.</i>		
1	Écran principal de SAVR	99
2	Nombre d'erreurs d'omission et de commission produites sur SAVR en fonction de l'hémisphère lésé	105
3	Analyse du cas VP : Tomodensitométrie cérébrale	109
4	Analyse du cas JA : Tomodensitométrie cérébrale	110

LISTE DES TABLEAUX

Article 1 : Effects of unilateral lesions incurred in childhood and adolescence: Evidence of hemispheric specialization from neuropsychological tests of response bias.

Tableau		Page
1	Description de l'échantillon en fonction de diverses données démographiques	49
2	Description de l'échantillon en fonction de diverses données neurologiques	50
3	Corrélations entre l'âge au premier symptôme et les mesures de performance aux tests neuropsychologiques	60
4	Corrélations entre l'âge au premier symptôme et les mesures d'erreurs aux tests neuropsychologiques	60
5	Répartition des cinq mesures significativement liées au côté de la lésion et tests d'inférence de l'effet de côté	62
6	Corrélations entre les trois mesures significativement liées au côté provenant du test de la Figure Complexe de Rey	63
7	Variables des tests neuropsychologiques significativement liées à la localisation lobaire de la lésion tel qu'analysé en régression linéaire	67
8	Interactions entre les variables « latéralisantes » et le côté de la lésion en contrôlant pour les variables confondantes en analyse de covariance	68

Article 2 : Crossed dissociation of errors of omission and of commission as a function of hemisphere lesioned on tasks of complex executive functions.

1	Description de l'échantillon en fonction de données démographiques	98
2	Description de l'échantillon en fonction de caractéristiques neurologiques	98

3	Tendances centrales des mesures d'erreurs d'omission et de commission sur les épreuves de fonctions exécutives de SAVR en fonction du côté de la lésion	106
4	Localisation lobaire en fonction du côté de la lésion et du type d'erreur (omission versus commission)	107
5	Tendances centrales des erreurs d'omission et de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR en fonction du côté de la lésion	108

RÉSUMÉ

Trois modèles de spécialisation hémisphérique sont généralement reconnus en neuropsychologie : le modèle de Luria (verbal versus visuospatial), le modèle de Delis-Kaplan (global versus local) et le modèle des hémisymptômes (hémisymptômes gauches versus droits). Selon un quatrième modèle, le modèle du biais de réponse, une lésion de l'hémisphère gauche entraînerait davantage d'erreurs d'omission alors qu'une lésion de l'hémisphère droit entraînerait davantage d'erreurs de commission. Dans la présente étude, le modèle du biais de réponse est expliqué dans le cadre d'un modèle plus général, le modèle énergétique de Braun. Le but de cette étude est 1) d'évaluer la validité et la sensibilité de ces quatre modèles par des tests neuropsychologiques 2) de vérifier si le biais de réponse est observable dans une épreuve écologique de fonctions exécutives complexes en multi-tâche (SAVR) et 3) d'évaluer l'impact de facteurs neurodéveloppementaux sur ces différentes mesures. Les participants sont des enfants, adolescents et jeunes adultes ayant subi une lésion cérébrale unilatérale gauche (N = 27) ou droite (N = 24) dans l'enfance ou l'adolescence. Seules cinq des 34 mesures provenant des tests neuropsychologiques se sont montrées sensibles au côté de la lésion, celles-ci pouvant toutes être rassemblées autour du modèle du biais de réponse. Une dissociation significative du biais de réponse par hémisphère lésé a également été observée sur SAVR, indépendamment du lobe lésé. Les erreurs de commission (modèle du biais de réponse), qui sont souvent négligées dans les tests cliniques en neuropsychologie, s'avèrent très sensibles au côté de la lésion et ce, même dans un échantillon de participants présentant une longue période de récupération (11,6 ans en moyenne). Des pistes d'applications cliniques sont présentées.

Mots-clés:

Spécialisation hémisphérique, lésion unilatérale, enfant, développement, verbal, visuospatial, global, local, héminégligence, hémisymptômes, biais de réponse, modèle énergétique, tonus psychique, fonctions exécutives, multitâche.

INTRODUCTION

Les chercheurs s'intéressent depuis le 19^e siècle à la latéralisation hémisphérique de certaines manifestations neurologiques, psychiatriques ou psychologiques. En neuropsychologie, des asymétries ont été observées dans des manifestations de diverses sphères cognitives, notamment l'agnosie associative, l'agnosie optique, la prosopagnosie, l'agnosie chromatique (De Renzi, 2000), l'agnosie auditive (Clarke et al., 2000), l'apraxie visuo-constructive (Arrigoni et DeRenzi, 1964), l'amusie (Samson, 1999) et bien sûr, différents types d'aphasie (Verstichel et Cambier, 2005). Dans les prochains paragraphes, les effets de lésion néocorticales chez l'enfant seront décrits et trois modèles de la spécialisation hémisphérique ainsi qu'un nouveau modèle seront exposés.

CHAPITRE 1

CONTEXTE THÉORIQUE

1.1 Latéralisation chez l'enfant et déficits cognitifs à long-terme

Kennard (1938) fut la première à émettre l'hypothèse qu'une lésion chez l'enfant serait moins délétère que chez l'adulte. Elle avait observé chez des primates que les lésions cérébrales entraînaient des séquelles motrices moins importantes chez les jeunes spécimens que chez les spécimens adultes, menant à la théorie de la plasticité précoce. Cependant, plusieurs études ont montré l'inverse : que plus l'âge au moment de la lésion est précoce, plus les séquelles cognitives à long-terme seraient importantes, menant à la théorie de la vulnérabilité précoce (Hebb, 1947; 1949; Anderson et al., 2009, Duval et al., 2008; Westmacott et al., 2009).

Le principe de Kennard à l'effet d'une plasticité précoce est entre autres supporté par les observations de Lenneberg (1967) à l'effet qu'une lésion de l'hémisphère gauche chez l'adulte entraîne généralement une aphasie résistante alors qu'une lésion comparable de l'hémisphère gauche chez l'enfant entraînerait rarement une aphasie aussi symptomatique et celle-ci se résorberait rapidement. Ceci mena Lenneberg à croire que les deux hémisphères cérébraux seraient équipotentiels à la naissance et que les hémisphères se spécialiseraient pour le langage lentement jusqu'à l'âge de 12 ans. Cette hypothèse est supportée par les études de cas hémisphérectomisés qui montrent une capacité de réorganisation du langage dans l'hémisphère droit (Basser, 1962). Plus récemment, cette hypothèse fut appuyée par une étude en IRMf mesurant un indice de latéralisation à partir de l'activation engendrée par des tâches verbales et

visuelles. La spécialisation hémisphérique pour ces deux types de matériel s'amplifiait dans différentes régions cérébrales de 8 à 20 ans (Everts et al., 2009).

Toutefois, des études ont montré que l'hémisphère gauche semble spécialisé dès la naissance pour la langage. En effet, Witelson et Pallie (1973) et Wada, Clarke et Hamm (1975) ont montré que l'asymétrie du planum temporal, associée à la spécialisation pour le langage, est présente chez le fœtus et chez les nouveaux-nés. Les études en électrophysiologie chez le nouveau-né ont également montré un patron d'activité similaire à l'adulte soit une réponse de plus grande amplitude dans l'hémisphère gauche pour des stimuli langagiers (Molfese et Molfese, 1980). Des études ont également montré une préférence de l'oreille droite pour les stimuli langagiers chez les nouveaux-nés (Turkowitz, 1977; Entus, 1977, Segalowitz et Chapman, 1980; Vargha-Khadem et Corballis, 1979). Ces études sont donc plutôt concordantes avec l'hypothèse d'une latéralisation précoce.

Les études récentes portant sur les impacts à long-terme d'une lésion chez l'enfant montrent peu d'effet du côté de la lésion sur le profil cognitif global (Ballantyne, Spilkin et Trauner, 2007; Everts et al., 2008; Max, 2004; Ricci et al., 2007; Westmacott et al., 2009). Dans ces dernières études, les participants étaient évalués jusqu'à 6 ans après le diagnostic. Les capacités liées à la mémoire de travail (Arithmétique et Empans de chiffres des tests de QI) étaient particulièrement déficitaires (Everts et al., 2008; Brière et al., 2008, Westmacott et al., 2009). Le QI de performance (Everts et al., 2008) et les capacités de raisonnement non-verbal (Westmacott et al., 2009) étaient également davantage atteints que chez les sujets normaux. Les capacités attentionnelles (attention dirigée, attention divisée, impulsivité/hyperactivité, vigilance) étaient également plus souvent déficitaires à long-terme (Everts et al., 2008). Au plan des capacités langagières, certaines études ont montré que les lésions de l'hémisphère gauche et droit entraîneraient des déficits langagiers (Thal et al., 1991), mais que ceux-ci se résorberaient vers l'âge de 2 ans

dans le cas de lésions congénitales (Feldman, Holland, Kemp et Janosky, 1992; 1994). Des déficits langagiers plus subtiles sur des tâches plus complexes sont également observés à long-terme (Ballantyne et al., 2007; Chapman et al., 2003) indépendamment du site lésionnel et de la latéralité. Au plan de la mémoire, les rares études réalisées ne montrent pas de différence à long-terme entre la mémoire verbale et visuospatiale (Max, 2004; Vargha-Khadem et al., 1991).

1.2 Spécialisation hémisphérique du langage

Le premier modèle ayant été développé ainsi que le plus populaire, même de nos jours, est le modèle de la spécialisation hémisphérique selon lequel l'hémisphère gauche est spécialisé pour les habiletés langagières. Les premiers chercheurs à avoir émis l'hypothèse de la spécialisation hémisphérique gauche pour le langage sont Broca (1865) et Dax (1865). Leurs observations provenaient de cas lésés unilatéraux gauches présentant une aphasie. Les études de Broca le menèrent à l'observation d'un lien entre la dominance manuelle et l'hémisphère dominant pour le langage. Il arriva à la conclusion que, chez les personnes ayant une dominance manuelle droite, le langage serait latéralisé dans l'hémisphère gauche alors que chez les gauchers, le langage serait latéralisé dans l'hémisphère droit. Depuis, cette règle a été contestée par des recherches utilisant le test à l'Amytal (Rasmussen et Milner, 1977; Strauss et Wada, 1983), des techniques d'imagerie (Khedr et al., 2002) et des études de patients lésés et épileptiques (Goodglass et Quadsafel, 1954; Penfield et Roberts, 1959). Ces recherches ont permis d'évaluer que le langage est latéralisé dans l'hémisphère gauche chez environ 90% des droitiers et chez environ 70% des gauchers. Les premières recherches sur la latéralisation du langage, telle que celle entreprise par Wernicke (1874) sur des cas cliniques, permirent également de conclure que la perception du langage est latéralisée dans l'hémisphère gauche.

Au cours des années, quelques techniques, outre les recherches sur les lésés cérébraux unilatéraux, ont prouvé leur efficacité pour déterminer la spécialisation hémisphérique pour le langage. Une première technique qui a été mentionnée plus haut, le test à l'Amytal, a été développée par Wada et Rasmussen (1960). Cette technique consiste à injecter de l'Amytal sodique dans l'artère carotide, ce qui empêche temporairement l'usage d'un hémisphère cérébral. Les études utilisant cette méthode ont montré à plusieurs reprises la spécialisation de l'hémisphère gauche pour le langage, particulièrement chez les droitiers (Branch, Milner et Rasmussen, 1964; Rasmussen et Milner, 1977; Strauss et Wada, 1983). Une autre technique, l'écoute dichotique, a été utilisée dans plusieurs recherches (Kimura, 1961; 1967; Shankweiler et Studdert-Kennedy, 1967; Sussman et MacNeilage, 1975; Grimshaw et al., 2003) et a montré une spécialisation hémisphérique de l'hémisphère gauche pour la perception du langage. Cette technique consiste à faire entendre différents sons (qui relèvent du langage, comme des syllabes ou des mots, ou qui ne sont pas liés au langage comme des sons sans signification) dans les deux oreilles en concurrence et à mesurer le temps et/ou l'exactitude des réponses données par le participant. Un avantage de l'oreille droite signifie que l'hémisphère gauche est dominant alors qu'un avantage de l'oreille gauche montre une dominance de l'hémisphère droit. Certains chercheurs ont étudié des patients commissurotomisés (*split-brain*) par l'écoute dichotique (Milner, Taylor et Sperry, 1968; Musiek et Wilson, 1979; Sparks et Geschwind, 1968). Plus récemment, des techniques d'imagerie et d'enregistrement de l'activité cérébrale ont été utilisées afin d'étudier la spécialisation hémisphérique pour le langage, dont l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (Jamison et al., 2005; Powell et al., 2006; Pujol et al., 1999; Szarflaski et al., 2002), la tomographie par émission de positrons (TEP) (Tzourio et al., 1998) et les potentiels évoqués (Eichele et al., 2005). Encore une fois, ces recherches confirment la dominance d'activation de l'hémisphère gauche pendant les activités langagières.

Les études en neuropsychologie ont également démontré que les patients ayant une lésion de l'hémisphère gauche montrent des déficits dans les épreuves verbales telles que les épreuves de mémoire verbale (Godefroy, Roussel, Leclerc, Leys, 2009; Saling et al., 1993; Schouten, Schiemanck, Brand, Post, 2009; Vilkki et al., 2004), de fluidité verbale (Baldo et al., 2001; Stuss, 1998) et d'habiletés verbales cristallisées (Bornstein et Matarazzo, 1982; Inglis et Lawson, 1981). Chez l'enfant, les résultats des études sont moins constants. Plusieurs chercheurs ont montré un patron de déficits similaire à l'adulte suite à une lésion de l'hémisphère gauche (Chilosi et al., 2001; Kolk et Talvik, 2000; McFie, 1961; Raz, Foster, Briggs et Shah, 1994; Woods et Teuber, 1973; 1978), les enfants montrant toutefois un plus grand potentiel de récupération bien que des déficits subtiles persistent (Alajouanine, 1965; Hacean, 1976). Aucune étude n'a montré un patron de déficit contraire à celui de l'adulte, mais certains chercheurs ont noté que les lésions de l'hémisphère gauche et droit chez l'enfant peuvent entraîner des déficits dans les épreuves verbales (Reilly, Bates, et Marchman, 1998; Lansing et al., 2004; Max, 2004; Vikingstad et al., 2000).

1.3 Spécialisation de l'hémisphère droit pour certains traitements visuospatiaux

Des chercheurs ont mis en évidence la spécialisation hémisphérique de l'hémisphère droit dans les épreuves présentant un contenu visuospatial (Milner, 1968; Moscovitch, 1973; Klatsky, 1970; Seamon, 1974) et dans des épreuves qui requièrent la rotation mentale (Johnson, McKenzie et Hamm, 2002). Une méta-analyse effectuée par Vogel, Bowers et Vogel (2003) montre que l'hémisphère droit présente un avantage dans le traitement de l'information visuospatiale. Cependant, les auteurs soulignent que cette spécialisation hémisphérique droite n'est pas observée chez les femmes et qu'elle se produit seulement dans les épreuves qui requièrent la manipulation de l'information visuospatiale et l'orientation plutôt que la simple visualisation. Certains auteurs croient aussi que la mémoire visuelle serait plus

touchée lors de lésions à l'hémisphère droit dans la région antéro-temporale (Kimura, 1963; Milner, 1968). Kimura (1963) a comparé des lobectomisés temporaux gauches et droits dans une épreuve de reconnaissance de figures innomables et de figures géométriques (Figures récurrentes de Kimura). Les lobectomisés droits performant avec moins de facilité que les lobectomisés gauches (lobectomisés droits = 25, N = 14, lobectomisés gauches = 37.3, N = 31, $p < 0.001$)¹. La mémoire de la position spatiale d'objets serait aussi latéralisée dans l'hémisphère droit (Kessels et al., 2002; Spiers et al., 2001). Cette supériorité du lobe temporal droit pour le matériel visuospatial est cependant controversée (Majdan, Sziklas et Jones-Gotman, 1996, Jones-Gotman et al, 1997; Moore et Baker, 1996; Naugle et al., 1993; Lee, Yip et Jones-Gotman, 2002; Wilde et al, 2001).

Les études plus récentes portant sur la mémoire visuospatiale ont montré que le type de tâche (Braun et al., 2011; Pereira et al., 2011; Lambrey et al., 2008; Maguire et al., 2000; Spiers et al., 2001) et la stratégie d'apprentissage (Bohbot et al., 2007; Hampstead et al., 2010) semblent avoir une importance primordiale quant à la latéralisation pour ce type de matériel. Une étude originale comparant le volume hippocampique des chauffeurs de taxi londoniens à un groupe contrôle (Maguire et al., 2000) a montré que les hippocampes postérieurs des chauffeurs de taxi étaient plus volumineux que ceux du groupe contrôle. Les chercheurs attribuent cette augmentation de volume bilatérale à l'apprentissage de matériel à la fois verbal (noms des routes, rencontres faites au travail, etc.) et visuospatial (apprentissage des relations spatiales dans la ville). Toutefois, le nombre d'années d'expérience comme chauffeur de taxi était corrélé seulement au volume hippocampique droit, ce que les chercheurs attribuent à la création d'une cartographie mentale de l'environnement. La

1. La prédominance d'erreurs de commission chez les lésés temporaux droits élit toutefois suffisante pour expliquer la différence entre les deux groupes.

stratégie utilisée dans les tâches d'orientation spatiale semble également déterminante quant à la latéralisation et la localisation de l'activation cérébrale observée à l'IRMf.

Dans l'étude de Bohbot et al. (2007), les participants devaient s'orienter dans un labyrinthe tridimensionnel virtuel et retrouver leur chemin. Deux types de stratégies ont été utilisées par les participants: une stratégie visuospatiale où le participant établit des relations spatiales entre les éléments de l'environnement et une stratégie de type "stimulus-réponse" où le participant construit mentalement une liste de directions à suivre (ex. 1. tourner à gauche, 2. tourner à droite, 3. continuer tout droit, etc.), ce qui constitue une forme de mémoire implicite. Ces auteurs ont montré que les participants utilisant une stratégie visuospatiale montraient un plus grand volume hippocampique droit alors que les participants utilisant une stratégie de type "stimulus-réponse" utilisaient davantage leurs noyaux caudés.

Une hypothèse alternative à la spécialisation hémisphérique pour les modalités verbale et visuospatiale dans les épreuves de mémoire réside dans la distinction entre la perception du matériel visuel familier versus non familier. En effet, selon Hebb (1949), un réseau neuronal plus important est nécessaire pour le traitement des nouveaux stimuli que pour les stimuli ayant déjà été traités. Ceux-ci auraient déjà suscité une certaine connectivité cellulaire et ne nécessiteraient plus une activation aussi importante par la suite. Selon Kimura (1963), le lobe temporal droit pourrait être plus spécialisé que le lobe temporal gauche pour former les regroupements cellulaires nécessaires au traitement des stimuli visuels non familiers. Cette hypothèse est basée sur les résultats de l'étude de la perception de stimuli familiers et non familiers en tachistoscopie. Kimura (1963) n'a observé aucune différence de performance entre un groupe de lésés temporaux droits et gauches dans les épreuves perceptuelles impliquant des stimuli familiers (perception de lettres, de figures familières enchevêtrées et d'objets familiers). Par ailleurs, les lésés temporaux droits étaient significativement moins performants que les lésés temporaux gauches dans les

épreuves de perception de stimuli non familiers (perception de figures enchevêtrées dépourvues de sens et épreuve de dénombrement de points). Kimura émettait également l'hypothèse que les stimuli non familiers pourraient être plus difficiles à identifier de façon verbale que les stimuli familiers, la familiarité avec un objet étant associée à une dénomination répétée de celui-ci, ce processus étant à la base de la formation des concepts.

On retrouve également une dissociation basée sur le type de traitement des stimuli au plan de la mémoire. Selon le modèle de Tulving, la mémoire comprendrait plusieurs systèmes dont la mémoire épisodique qui induit le sentiment de se souvenir (*remember*) et la mémoire sémantique qui amènerait l'expérience concrète de savoir (*know*) qui est associée à un sentiment de familiarité plutôt que de souvenir (Tulving et Schacter, 1990). La récupération en mémoire serait liée à la mémoire épisodique alors que la reconnaissance serait dépendante des deux systèmes. Selon ce modèle, l'information doit passer par la mémoire sémantique avant d'être encodée en mémoire épisodique. Nyberg, Cabeza et Tulving (1996) ont proposé que le lobe préfrontal droit serait lié à la récupération en mémoire épisodique alors que le lobe préfrontal gauche serait important pour la mémoire sémantique et le sentiment de familiarité et par le fait même, pour l'encodage en mémoire épisodique (voir Habib, Nyberg et Tulving, 2003 pour une description plus détaillée du modèle de HERA). Ce phénomène fut également observé dans les lobes temporaux dans une étude de Blaxton et Theodore (1997). Les participants ayant subi une lobectomie temporale gauche présentaient des troubles de la récupération alors que les participants ayant subi une lobectomie temporale droite présentaient un déficit plus marqué de la familiarité. Dans le modèle de Tulving, la familiarité (liée à la mémoire sémantique) est dissociée de la mémoire implicite perceptuelle donnant lieu à l'effet de familiarité préalable au matériel (*perceptual priming effect*). Marsolek, Kosslyn et Squire (1992) ont émis l'hypothèse que cet effet de familiarité préalable au matériel serait dépendant de l'hémisphère droit. Plus récemment, Schacter, Wig et Stevens (2007)

ont précisé cet aspect de la spécialisation pour la familiarité préalable au matériel en faisant une revue de littérature sur les données d'IRMf pour ce phénomène et pour différentes modalités de *priming*. Ils ont ainsi généré une cartographie cérébrale des effets de *priming* pour différentes modalités, montrant que seules les régions visuelles plus antérieures montreraient un effet de latéralisation (plus spécifique dans l'hémisphère droit) pour les composantes perceptuelles du *priming*. Il est à noter qu'il est généralement reconnu dans la littérature que les processus de la mémoire implicite et de familiarité préalable au matériel sont peu modulés par l'âge des participants et sont donc similaires chez l'enfant (Billingsley, Smith et McAndrews, 2002; Hayes et Hennessy, 1996).

En résumé, la spécialisation hémisphérique gauche pour le matériel verbal semble bien établie dans la littérature et est la référence encore incontestée quant à la spécialisation hémisphérique chez l'humain. La spécialisation hémisphérique droite pour le matériel visuospatial, bien qu'étant considérée comme une base de la neuropsychologie clinique, est controversée du point de vue scientifique et serait influencée par plusieurs facteurs. Cabeza et Nyberg (2000) ont réalisé une revue de 275 études utilisant la tomographie par émission de positrons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et ont observé que le langage et la mémoire verbale montrent une nette prédominance d'activation de l'hémisphère gauche alors que le traitement visuospatial et la mémoire visuospatiale montrent parfois un patron d'activation de l'hémisphère droit, mais demeure généralement bilatéral.

Bien que ces deux pôles de la spécialisation hémisphérique aient été étudiés et observés depuis plusieurs décennies et par plusieurs chercheurs et cliniciens, nous donnerons ici le nom de "modèle de Luria" à cette dissociation (Luria, 1980).

1.4 Spécialisation hémisphérique pour le traitement des aspects globaux et locaux

Un autre modèle général et cohérent de la spécialisation hémisphérique, un rival du modèle de Luria, a été formulé par Edith Kaplan et ses collaborateurs. Selon ce modèle, l'hémisphère gauche serait spécialisé dans le traitement des détails internes (aspects locaux) des stimuli et l'hémisphère droit serait spécialisé dans le traitement de la structure externe (aspects globaux) des stimuli. La spécialisation hémisphérique serait ainsi conçue comme découlant d'une compréhension plus profonde que la distinction entre le traitement verbal et visuospatial et serait observée, mais de façon inconstante, chez les primates (Fagot et Deruelle, 1997; Hopkins, 1997).

C'est Navon (1977) qui a développé un stimulus permettant la recherche empirique sur la perception des éléments globaux et locaux d'une scène visuelle. Il s'agit du stimulus visuel organisé hiérarchiquement. Ce stimulus est une grande lettre (composante globale) formée de plusieurs petites lettres (composante locale) (Figure 1). D'autres chercheurs ont utilisé ce concept pour créer un stimulus hiérarchique visuel formé de figures géométriques (Blanca et Alarcón, 2002; Colombo, Freeseaman, Coldren et Frick, 1995; Robertson et Delis, 1986) ou de chiffres (Evans et al., 2000).

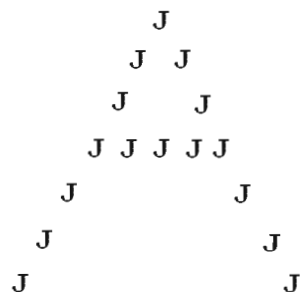


Figure 1. Exemple d'un stimulus hiérarchique.

Les recherches visant à définir la spécialisation hémisphérique pour la perception des aspects locaux et globaux ont, entre autres, utilisé les stimuli hiérarchiques présentés à chaque hémichamp chez des sujets normaux. Des chercheurs utilisant ce type de protocole ont observé un avantage de l'hémisphère droit dans la reconnaissance de l'aspect global et un avantage de l'hémisphère gauche pour l'aspect local (Martin, 1979; Sergent, 1982; Van Kleeck, 1989). D'autres études sont plus partagées (Blanca et Alarcón, 2002; Blanca Mena, 1992; Boles, 1984; Boles et Karner, 1996; Lamb et Robertson, 1988). Une autre façon d'évaluer cette spécialisation hémisphérique réside dans l'étude de patients commissurotomisés (split-brain). Dans une épreuve de mémoire de stimuli hiérarchiques chez un patient commissurotomisé, Delis, Kramer et Kiefner (1988) ont noté, à partir des temps de réaction, un avantage de l'hémisphère droit dans le traitement de la structure globale (avantage de la main gauche) et un avantage de l'hémisphère gauche dans le traitement de la configuration locale (avantage de la main droite). Robertson et al., (1993) ont étudié trois patients commissurotomisés dans une épreuve d'attention dirigée sélective et ont observé un avantage de l'hémisphère droit pour la composante globale des stimuli et de l'hémisphère gauche pour la composante locale. Chez des lésés unilatéraux, dans une épreuve de mémoire utilisant des stimuli hiérarchiques, les lésés droits avaient tendance à récupérer préférentiellement les composantes locales (les petites lettres qui forment la grande lettre), tandis que les lésés gauches avaient tendance à récupérer davantage la composante globale (la grande lettre) (Delis, Robertson et Efron, 1986).

La distinction globale/locale s'appliquerait aux tests cliniques tel que le test de Dessins avec blocs (Kaplan, 1988; Schatz, Ballantyne et Trauner, 2000). Selon Kaplan (1988), les commissurotomisés, lorsqu'ils utilisent la main gauche, n'effectueraient jamais de déformation de la configuration globale des blocs. La figure interne ne correspondrait cependant pas au modèle présenté. Lorsqu'ils utilisent la main droite, la configuration globale ne serait que très rarement préservée alors qu'on peut observer qualitativement que les éléments du modèles interne sont

bien reproduits. Un exemple de cette observation est présenté à l'Annexe D (Kaplan et al., 1991). Ces résultats seraient observés chez les patients lésés. Les lésés droits auraient de la difficulté à reproduire la structure globale du modèle alors que les lésés gauches auraient de la difficulté à reproduire le modèle interne, mais n'effectueraient jamais de bris de la configuration globale. On observe également cette dissociation chez les enfants lors de la réalisation des Dessins avec blocs du WISC-R (Schatz, Ballantyne et Trauner, 2000). On note aussi cette dissociation au dessin de la bicyclette où les lésés droits auraient de la difficulté à dessiner l'armature de la bicyclette (aspect global) et les lésés gauches auraient de la difficulté à dessiner les détails de la bicyclette (McFie et Zangwill, 1960). Kaplan et al. (1988; 1991) ont observé qu'au sous-test d'Assemblage d'objets, les lésés gauches utiliseraient une stratégie consistant à aligner les pièces des casse-tête en fonction du contour des figures alors que les lésés droits tenteraient davantage d'assembler les casse-tête en alignant les jonctions internes (Annexe E). Les items de ce sous-test dans le WAIS-R NI ont été développés par Kaplan et al. (1991) dans cette optique. En effet, lors de la réalisation du casse-tête en forme de cercle, il est essentiel d'utiliser une stratégie d'assemblage basée sur les éléments locaux (le contour ne pouvant pas aider à la réalisation du casse-tête), alors que le casse-tête en forme de vache ne peut être assemblé uniquement qu'à partir de la forme globale puisque les jonctions internes sont toutes identiques (voir Annexe E). Kaplan a également noté qu'au test de dénomination de Boston, les lésés droits se fieraient davantage à des détails internes pour identifier les images. Par exemple, un lésé droit pourrait confondre l'harmonica avec un autobus, un garage ou une manufacture en raison des détails internes qui sont similaires et sans tenir compte de la forme globale de l'objet. L'héminégligence pourrait toutefois influencer la performance à ce test. Aussi, lors de la Copie de figures de l'Échelle de mémoire de Weschler, les lésés gauches garderaient la configuration globale, mais auraient de la difficulté à disposer les détails. Les lésés droits reproduiraient les composantes locales des figures, mais auraient de la difficulté à les disposer correctement pour former un tout cohérent. Au test de la

Figure Complexe de Rey, les lésés gauches reproduiraient peu de détails au rappel différé, mais le contour de la figure resterait généralement préservé (Binder, 1982; Kaplan, 1988). Lors de lésions de l'hémisphère droit, les détails seraient bien reproduits, mais la reproduction de la structure globale serait limitée à l'hémichamp controlatéral à la lésion (hémichamp gauche) s'il n'y a pas présence d'héminégligence (Kaplan, 1988). Ce modèle semble donc testable plus efficacement avec le test de la Figure Complexe de Rey. À cette épreuve, les composantes globales et locales peuvent être déterminées à l'avance et soumises à des analyses d'inférences quantitatives. Nous n'avons cependant pas connaissance que de tels tests d'inférence spécifiques aient été effectués chez des cohortes d'enfants ou d'adultes avec la Figure Complexe de Rey.

1.5 Latéralité des hémi-symptômes

L'héminégligence est une perte de la capacité à traiter ou à réagir à des stimuli sensoriels présentés dans l'hémichamp controlatéral à une lésion de l'hémisphère gauche ou droit (Kerhoff, 2001). Les lésions entraînant une héminégligence sont généralement de larges lésions, du territoire de l'artère cérébrale moyenne (Vallar, 1993). Il est maintenant reconnu qu'une lésion de l'hémisphère droit peut entraîner une héminégligence gauche (Battersby, Bender et Pollack, 1956; Heilman, Watson et Valenstein, 1993; Mort et al., 2003; Vallar, 1993) et que celle-ci peut être observée dans plusieurs tests neuropsychologiques (Bailey, Riddoch et Crome, 2000) comme la Figure Complexe de Rey (Rapport, Dutra, Webster, Charter et Morril, 1995; Rapport et al., 1996). Bien que ces dernières études montrent une prévalence de cas d'héminégligence gauche suite à une lésion de l'hémisphère droit, il semble que l'opposé soit également possible (Braun et al., 2000; Lecours, Lupien et Parente, 1989; Ogden, 1985) survenant dans 33% des cas de lésion de l'hémisphère gauche et dans plus de 50% des cas de lésion de l'hémisphère droit dans les sept jours suivant la lésion (Stone et al., 1991). L'héminégligence serait non seulement plus fréquente,

mais également plus sévère et plus permanente suite à une lésion de l'hémisphère droit (Stone et al., 1991). La récupération se produit généralement dans les six mois suivant la lésion (Hier et al., 1983), mais pourrait persister jusqu'à 12 mois (Zarit et Kahn, 1974). L'hypothèse dominante pour expliquer cette asymétrie dans la fréquence et la sévérité des héminégligence est la théorie attentionnelle développée par Mesulam (1998). Selon cette théorie, l'hémisphère droit contiendrait un réseau neuronal responsable de l'attention spatiale visuelle et tactile dans l'hémichamp gauche et droit alors que le réseau neuronal équivalent dans l'hémisphère gauche ne serait responsable que de l'hémichamp droit. Ce réseau neuronal serait formé du cortex prémoteur latéral, du cortex pariétal postérieur, du cortex cingulé, des noyaux gris de la base et du thalamus. Ainsi, l'hémisphère droit serait capable de compenser une lésion de l'hémisphère gauche, mais non l'inverse, ce qui expliquerait qu'il y ait davantage de cas d'héminégligence de l'hémichamp gauche que droit (voir également Heilman et al., 1993 qui propose cette même asymétrie dans le biais de direction de l'attention). Une hypothèse alternative est celle de Kinsbourne (1977) qui propose que les deux hémisphères cérébraux contiennent des vecteurs qui dirigent l'attention vers l'hémichamp controlatéral. Une étude récente en IRMf supporte ce modèle (Szczepanski, Konen et Kastner, 2010). Ces auteurs ont observé que l'activation cérébrale de certaines régions d'intérêt dans une tâche d'attention spatiale était plus forte lorsque l'attention était portée vers l'hémichamp controlatéral qu'ipsilatéral. Le lobule pariétal supérieur droit était activé par la tâche d'attention spatiale, mais non le lobule pariétal supérieur gauche. Le cortex frontal et le cortex pariétal postérieur gauche montraient un biais attentionnel important pour l'hémichamp controlatéral alors que dans de l'hémisphère droit, les régions pariétales montraient un biais attentionnel pour l'hémichamp controlatéral, mais les régions frontales montraient un faible biais attentionnel. Les auteurs interprètent ces résultats en émettant l'hypothèse que, bien que chaque hémisphère ait un « biais » attentionnel vers l'hémichamp controlatéral, dans le cas d'une lésion du lobe frontal gauche ou du cortex pariétal postérieur gauche, il subsisterait tout de même la région frontale gauche ou pariétale

postérieur gauche non lésée pour maintenir un fort biais attentionnel vers l'hémichamp controlatéral. À l'opposé, une lésion pariétale droite entraînerait une diminution du biais attentionnel vers l'hémichamp controlatéral et laisserait l'hémisphère gauche prendre le dessus dans cet équilibre, les régions frontales droites ne pouvant prendre le relais pour diriger l'attention vers l'hémichamp gauche.

1.6 Modèle du biais de réponse

Le biais de réponse, omissif (hémisphère droit) versus commissif (hémisphère gauche), a été étudié auparavant par différentes approches (tachistoscopie, études lésionnelles, IRMf), mais jamais de façon systématique. En tachistoscopie, quatre études ont montré une prédominance d'erreurs d'omission lorsque les stimuli étaient présentés à l'hémichamp gauche plutôt que droit (Berger et al., 1987; Braun et al., 1998; Braun et al., 1994; Waldie et Mosley, 2000). Laeng, Overvoll et Steinsvik (2007) et Axelrod, Leiber et Noonan (1978) ont montré que lorsque les stimuli étaient présentés dans l'hémichamp droit, il y avait davantage d'erreurs de commission que lorsqu'ils étaient présentés dans l'hémichamp gauche. Toutefois, aucune des études où l'on observe un biais de réponse en fonction du champs visuel stimulé n'avait été opérationnalisée dans le but de mesurer les erreurs d'omission et de commission et il s'agit de résultats éparses, les chercheurs de ces études n'ayant pas fait le lien entre leurs résultats et ceux des autres chercheurs (Axelrod et al., 1978; Berger et al., 1987; Braun et al., 1998; Braun et al., 1994; Laeng et al., 2007; Waldie et Mosley, 2000).

Chez les patients lésés, des études ont montré que les lésés droits produisent davantage d'erreurs de commission dans des épreuves de type Go/NoGo (Drewe, 1975; Mizuno et al., 1997) et de jeux de hasard (Clark et al., 2003) et d'erreurs de commission ou de fausses reconnaissances dans des épreuves mnésiques (Kimura, 1963; Schacter et al., 1996; Curran et al., 1997; Rapcsak et al., 1994; Rapcsak et al., 1996). Le biais de réponse (omissif/commissif) en fonction de l'hémisphère lésé a été

observé dans des épreuves mnésiques (Bellamy et Shillcock, 2007; Conway et Fthenaki, 2003; Klane, Metter et Hanson, 1982; Moran et al., 2005; Ott et Saver, 1993; Rapsack et al., 2001; Riege et al., 1982). Cette dissociation a aussi été observée dans des cas de foyers épileptiques unilatéraux (Deglin et Kinsbourne, 1996) et chez les commissurectomisés (Phelps et Gazzaniga, 1992). Certaines de ces études ne portaient toutefois seulement que sur des patients lésés frontaux (Clark et al., 2003; Conway et Fthenaki, 2003; Moran et al., 2005; Rapsack et al., 2001) ou temporaux (Kimura, 1963), limitant ainsi notre connaissance de la spécialisation hémisphérique du biais de réponse. Braun et collègues (2006), dans une recension de cas d'amnésie post-lésionnelle, ont rapporté que 24 cas sur 33 présentaient une lésion de l'hémisphère gauche ($p < 0.014$). À l'opposé, la commissivité en mémoire (sous forme de paramnésie) était plus souvent associée à une lésion de l'hémisphère droit (45 cas sur 54, $p < 0.0005$). La dissociation était significative, indépendamment du contenu verbal ou visuospatial et de plusieurs autres variables contrôles.

La latéralisation du biais de réponse a également été mis en lumière dans quatre études d'IRMf (Kawashima et al., 1996; Kiehl, Liddle et Hopfinger, 2000; Mostofsky et al., 2003; Rubia et al., 2001). Les autres études utilisant cette technique ne mesurant jamais, à notre connaissance, les deux types d'erreurs, mais seulement les erreurs de commission, qui étaient liées à une activation de l'hémisphère gauche dans quatre des six études (Fassbender et al., 2004; Fitzgerald et al., 2010; Garavan et al., 2002; Kiehl et al., 2000) et à l'hémisphère droit dans deux de ces études (Hester et al., 2007; Hester, Fassbender et Garavan, 2004).

Selon ces études, l'hémisphère gauche semble donc être impliqué lors du biais de réponse commissif alors que l'hémisphère droit semble impliqué dans le biais de réponse omissif, mais les études précédentes présentent des limitations importantes (méthode non opérationnalisée pour mesurer le biais de réponse, participants seulement lésés frontaux dans certaines études, épreuves perceptuelles simples ne

stimulant pas la production d'erreurs de commission, attention portée à un type d'erreur et non à l'autre). De plus, aucune de ces études n'a porté sur le biais de réponse dans l'enfance ou l'adolescence.

1.7 Modèle énergétique de Braun

Depuis 1999, Braun et ses collaborateurs ont développé un modèle de la spécialisation hémisphérique unique nommé le "tonus psychique" ou plus récemment, le modèle "énergétique". Leurs études de cas multiples ont démontré qu'une lésion de l'hémisphère gauche tend à diminuer le niveau de base psychomoteur (Braun et al., 1999), l'efficacité du système immunitaire (St-Marseille et al., 1996), la libido (Braun et al., 2002), le débit langagier (Braun et al., 2004), la perception du schéma corporel (autotopagnosie) (Braun et al., 2006), la perception visuelle (Braun et Guimond, 2008), et la mémoire antérograde (Braun et al., 2009). Lors d'une lésion de l'hémisphère droit, on observe une augmentation du niveau psychomoteur (Braun et al., 1999), de l'efficacité du système immunitaire (St-Marseille et al., 1996), une hypersexualisation (Braun et al., 2002), une hyperlalie (Braun et al., 2004), une surexcitation du cortex occipital, temporal et pariétal entraînant des hallucinations visuelles (Braun et Guimond, 2008), auditives (Braun, Duval et Guimond, 2006) et la somatoparaphrénie (Braun et al., 2006), une propension à la paramnésie (Braun et al., 2009) et une plus grande proportion de cas de délire (Braun et Suffren, 2010). Aucune des études précédentes n'a montré de variation du modèle énergétique en fonction de l'âge.

La neuropsychologie des lésions cérébrales unilatérales chez les enfants et les adultes pourrait avoir des implications dans la compréhension de syndromes congénitaux. Par exemple, Braun et al. (2000) ont étudié des enfants présentant une lésion cérébrale unilatérale ainsi qu'une dyslexie congénitale ou un trouble d'hyperactivité. Le modèle énergétique de la spécialisation hémisphérique prédit que les enfants dyslexiques

devraient avoir une anomalie de l'hémisphère gauche et une héminégligence droite. Une prédiction plus audacieuse du modèle énergétique était que les enfants hyperactifs auraient une anomalie de l'hémisphère droit menant à une héminégligence gauche. Dans cette étude, les deux cohortes d'enfants cérébro-lésés unilatéraux ont non seulement présenté une héminégligence significative du côté opposé à la lésion pour les deux groupes (tel que mesuré par la performance à la Figure Complexe de Rey, la cancellation de lettres de Mesulam, le Purdue, les Labyrinthes et les Images à compléter du WISC-III) mais l'appartenance au groupe dyslexique ou hyperactif était respectivement prédite par une latéralisation gauche et droite du site lésionnel, indépendamment du site intrahémisphérique des lésions.

Les récents développements du modèle énergétique ont mené Braun à la formulation d'une hypothèse concernant l'altération des fonctions cognitives supérieures suite aux lésions unilatérales chez les adultes et les enfants. Les opinions actuelles sur les différences entre les effets des lésions de l'hémisphère droit et gauche sur la cognition de haut niveau sont nombreuses, mais les modèles généraux cohérents sont rares. Le modèle énergétique (Braun, 2007) prédit que, pour toutes épreuves des fonctions cognitives de haut niveau, les lésions de l'hémisphère gauche produiront un appauvrissement des représentations mentales (omissivité générale) sans considération de l'aspect global ou local de la représentation ou de son aspect verbal ou visuospatial, alors que les lésions de l'hémisphère droit produiront une exacerbation des représentations mentales (commissivité générale). L'hémisphère droit serait généralement un supprimeur de la consommation énergétique du corps (glucose, oxygène, etc.) alors que l'hémisphère gauche serait un activateur qui amènerait l'augmentation de la consommation d'énergie. Une lésion à l'un ou l'autre des hémisphères permettrait à l'hémisphère sain de prendre le dessus dans cette opposition. Ce modèle vise un aspect de la spécialisation hémisphérique encore plus primaire que celui des modèles de Luria ou de Kaplan. En effet, le modèle énergétique s'appliquerait également aux oiseaux (Andrew, 1999; Halle, Gahr et

Kreutzer, 2003; Sandi, Patterson et Rose, 1993;), aux rongeurs (Bellissimo et al., 2004; Hachinsky et al., 1992; Renoux et al., 1983; Robinson et al., 1975) et aux autres primates (Davidson, 1999; Heffner et Heffner, 1986) en plus des êtres humains (voir Braun, 2007 pour une revue systématique des manifestations possibles du tonus psychique chez l'humain et différentes espèces animales).

CHAPITRE II

BUTS DE LA PRÉSENTE RECHERCHE ET PRÉDICTIONS

Le projet comporte trois objectifs. Le premier est de valider et confronter quatre modèles de la spécialisation hémisphérique chez des enfants, adolescents et jeunes adultes ayant subi une lésion cérébrale unilatérale dans l'enfance ou à l'adolescence:

1. Selon la prédiction classique de la spécialisation hémisphérique formulée explicitement par Luria, les lésions de l'hémisphère droit devraient affecter la performance aux épreuves visuospatiales (Figures Récurrentes de Kimura, Fluidité graphique du D-KEFS, Casse-tête du WAIS-R NI, Figure Complexe de Rey) et de l'hémisphère gauche, la performance aux épreuves verbales (Histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants, Test d'apprentissage Verbal de Californie, Fluidité verbale du D-KEFS, Test global/local de dénomination de lettres) sans considération des aspects globaux et locaux ou de la tendance à l'omissivité ou à la commissivité.
2. Le modèle local/global de Kaplan prédit que les lésions de l'hémisphère droit devraient affecter l'aspect global des épreuves verbales et visuospatiales (armature de la Figure Complexe de Rey, éléments thématiques des histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants, Casse-tête C-3 du WAIS-R NI, stimuli globaux du Test global/local de dénomination de lettres) et de l'hémisphère gauche, les aspects locaux (détails de la Figure Complexe de Rey, détails des histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants, Casse-tête C-2 du WAIS-R NI, stimuli locaux du Test global/local de dénomination de lettres) sans considération

de la nature verbale ou visuospatiale de l'épreuve ou de la tendance à l'omissivité ou à la commissivité.

3. Le modèle de la latéralité des symptômes prédit qu'une lésion de l'hémisphère droit devrait entraîner une héminégligence de l'hémichamp gauche alors qu'une lésion de l'hémisphère gauche devrait produire une héminégligence droite.
4. Le modèle énergétique de Braun prédit que les lésions unilatérales droites devraient produire un patron d'erreurs de commissivité tandis que les lésions de l'hémisphère gauche devraient produire un patron d'erreurs d'omissivité tant dans les épreuves verbales que visuospatiales et ce, indépendamment des aspects globaux ou locaux des stimuli (Figure Complexe de Rey, histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants, Test d'apprentissage verbal de Californie, Figures récurrentes de Kimura, Fluidités verbale et graphique du D-KEFS, Test global/local de dénomination de lettres).

Le deuxième objectif est de mesurer la spécialisation hémisphérique du biais de réponse (omissif versus commissif) dans une épreuve plus complexe, c'est-à-dire une épreuve de fonctions exécutives réalisée en multi-tâche (SAVR: voir plus bas dans la description des épreuves) chez des participants adolescents ou adultes ayant subi une lésion cérébrale unilatérale dans l'enfance ou l'adolescence.

Le troisième objectif est de mesurer l'impact des variables neurodéveloppementales sur les mesures provenant des tests neuropsychologiques.

CHAPITRE III

MÉTHODE

3.1 Participants

Les participants ont été recrutés à l'Hôpital de Montréal pour Enfants. Tous les dossiers du département de psychologie ont été scrutés à la recherche de cas ayant subi une lésion cérébrale focale unilatérale dans l'enfance ou l'adolescence. Une recherche dans les dossiers médicaux a également été réalisée selon le même critère. Un neurochirurgien a également contribué à la recherche de participants en faisant une rescension de tous les cas qu'il avait opéré et qui répondaient à nos critères de recherche. Les participants devaient être âgés de 8 ans ou plus au moment de la passation de l'expérimentation en raison de la complexité des épreuves. Les critères d'exclusion sont les suivants: 1. Une déficience mentale congénitale, 2. Un désordre systémique ou une maladie comme la trisomie, la maladie de la cellule tueuse, la neurofibromatose, etc., 3. Un désordre neuropsychologique congénital comme la dyslexie ou le trouble déficitaire de l'attention, 4. Un désordre psychiatrique comme l'autisme ou la psychose, 5. La présence d'épilepsie courante non contrôlée par la médication et 6. Une consommation de médication psychotrope, neurotrope ou de drogues. Les cas de syndrome dépressif ou anxieux n'ont pas été exclus. Toutefois, seulement deux participants avaient un diagnostic psychiatrique connu, l'un souffrant d'un syndrome de stress post-traumatique possible et l'autre ayant un syndrome de fatigue chronique en rémission. Cette variable n'a donc pas fait l'objet d'analyses statistiques. Une vérification dans le dossier ainsi qu'un questionnaire en début de séance nous a permis d'évaluer la présence de ces critères chez le ou la participant(e).

ainsi que de dresser son portrait développemental général (Annexe C). Avec ces critères, 27 participants cérébrolésés unilatéraux gauches et 24 participants cérébrolésés unilatéraux droits ont été recrutés, âgés de 9 à 30 ans au moment de notre étude. Les caractéristiques détaillées de l'échantillon sont présentées dans les articles ci-joints. Pour le volet de l'étude visant à comparer les quatre modèles de spécialisation hémisphérique, les 51 participants ont été inclus dans l'étude. Pour le second volet visant à mesurer le biais de réponse omissif/commissif dans une épreuve complexe de fonctions exécutives, un critère additionnel de sélection des participants concernait l'âge de ceux-ci au moment de l'étude qui devait être de 15 ans ou plus en raison de la complexité de l'épreuve. Des 51 participants recrutés, 30 étaient âgés de 15 ans ou plus dont 16 participants lésés à l'hémisphère gauche et 14 participants lésés à l'hémisphère droit, âgés de 15 à 30 ans au moment de l'expérimentation.

3.2 Procédure de recrutement et considérations éthiques

L'approbation éthique et scientifique de l'Hôpital de Montréal pour Enfants a été obtenue (Annexe A). Le recrutement suivait une procédure stricte pour assurer le respect de la confidentialité des informations concernant l'histoire médicale des participant(e)s qui est décrite ci-bas.

1. Une lettre était envoyée par Sylvie Daigneault, neuropsychologue à l'Hôpital de Montréal pour Enfants) aux participants potentiels, les avisant qu'ils recevraient un appel téléphonique sollicitant leur participation à un projet de recherche. Un coupon de refus d'être rejoint par téléphone était inclus et affranchi et devait être retourné dans les trois semaines suivant l'envoi si pertinent.
2. Le premier contact par téléphone était effectué par Dre Daigneault qui sollicitait la participation au projet. Si le participant acceptait de participer,

son nom et numéro de téléphone était remis à l'expérimentatrice pour qu'elle prenne rendez-vous.

3. Le formulaire de consentement (Annexe B) était signé par l'expérimentatrice et par les parents pour les enfants de 17 ans et moins et par le participant adulte au début de l'expérimentation. Une copie de ce formulaire était remise aux participants et/ou aux parents.

Les expérimentations ont eu lieu au département de psychologie de l'Hôpital de Montréal pour Enfants. Les tests ont été administrés dans un ordre fixe (voir Annexe R). L'expérimentation prenait environ deux heures pour les participants âgés de 8 à 14 ans et environ trois heures pour les participants âgés de 15 ans ou plus. Le participant recevait une compensation financière de \$45.00 pour sa participation.

3.3 Matériel: Sélection des tests, pertinence pour chaque modèle et procédures de passation

Des tests neuropsychologiques ont été choisis afin d'évaluer les quatre modèles de spécialisation hémisphérique. Des mesures de vitesse (limite de temps précise allouée au participant pour réaliser l'épreuve) et de puissance (le participant n'a pas de délai pour compléter l'épreuve) ont été sélectionnées. Certaines procédures de passation et certains éléments des tests ont été modifiés afin de mesurer de façon plus exacte les différentes dimensions des modèles de spécialisation hémisphérique. Ces procédures sont décrites plus bas et de façon plus détaillée dans les articles ci-joints.

Les épreuves suivantes ont été administrées à l'ensemble des participants (N = 51):

- **Figure Complexe de Rey (Rey, 1941)** (30 minutes) (rappel immédiat, rappel différé et reconnaissance)

La Figure Complexe de Rey fournit des mesures des construits suivants: visuospatial, global, local, hémichamp gauche, hémichamp droit, erreurs d'omission (un point par élément manquant), erreurs de commission (un point pour chaque ligne, trait, point qui n'est pas reconnaissable comme un élément de la Figure ou qui constitue un élément additionnel n'étant pas présent dans la Figure). Les consignes de passation sont modifiées (Annexe F) afin de stimuler la production d'erreurs de commission. La cotation se fait avec un système de 0 à 2 points (standard), mais les éléments de la Figure ont été fractionnés en plusieurs éléments afin d'obtenir une plus grande précision et un plus grand nombre d'erreurs d'omission (Annexe G). Ces éléments ont été classés comme globaux et locaux suivant une nomenclature inspirée des observations cliniques de Kaplan (1988) puisqu'aucune nomenclature existante (Binder, 1982; McConley, et al., 2006; Knight et Kaplan, 2004) n'était adéquate dans le but de mesurer les présentes hypothèses (Annexe H). Les éléments sont également définis comme appartenant à l'hémichamp gauche ou droit selon les critères de Denman (1984) et sont comptabilisés selon les mêmes critères de cotation de 0 à 2 points (Annexe I). Les éléments ainsi comptabilisés sont ensuite convertis en un pourcentage des éléments gauches et en un pourcentage des éléments droits rappelés.

- Les **histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants** (*Children memory Scale*) (Cohen, 1997) (30 minutes) (rappel immédiat, rappel différé et reconnaissance)

Le rappel d'histoires mesure la mémoire verbale et permet également l'extraction de mesures d'erreurs d'omission (un point par élément manquant aux rappels et une point par faux négatif en reconnaissance) et de commission (procédure non standard: un point par élément ajouté + un point par faux-positif en

reconnaissance). Le rappel d'histoires permet l'opérationnalisation (dans le système de notation) de la rétention des thèmes et des détails. On associe ceux-ci respectivement à des aspects globaux et locaux (modèle de Delis-Kaplan) puisque le traitement des phrases relèverait de l'hémisphère gauche alors que la cohérence générale serait une spécialisation de l'hémisphère droit, bien que cette observation soit controversée (voir Perfetti et Frishkoff, 2008). Une seule marque d'encouragement est donnée par l'expérimentatrice lors des rappels immédiat et différé (voir les consignes de passation en Annexe J). Les récits des participants sont enregistrés pour une cotation plus précise.

- **Test d'apprentissage verbal de Californie (Delis, 2000)** (30 minutes) (apprentissage immédiat en 5 essais, rappel immédiat après l'épreuve d'interférence, rappel différé et épreuve de reconnaissance)

Le Test d'apprentissage verbal de Californie est une mesure de la mémoire verbale et permet de mesurer l'omissivité (un point par élément absent des rappels et un point par faux négatif en reconnaissance) et la commissivité (un point par mot rappelé qui ne fait pas partie de la liste et un point pour chaque faux-positif en reconnaissance). Le test a été administré de façon standard. Cependant, des stimuli distracteurs ont été ajoutés afin de mesurer efficacement la commissivité (Annexe K). Une seule marque d'encouragement est donnée par l'expérimentatrice lors des rappels immédiat et différé.

- **Test des Figures récurrentes de Kimura (Kimura, 1963)** (15 minutes)

Le test des Figures récurrentes de Kimura (1963) permet une mesure claire de la mémoire visuospatiale (un point par réponse correcte) et offre la possibilité de mesurer les erreurs d'omission (un point par faux-négatif) et de commission (un point par faux-positif). Le test est administré de façon standard. Cependant, les

consignes ont été modifiées afin d'obtenir une mesure plus exacte de la présence d'omissivité ou de commissivité chez les participants (voir Annexe L).

➤ **Fluidités verbale et graphique du D-KEFS (Delis, Kaplan et Kramer, 2001)**
(15 minutes)

Les fluidités verbale et graphique mesurent respectivement la spécialisation pour les contenus verbaux ou visuospatiaux et permet de mesurer la commissivité (nombre d'erreurs de type "set-loss"). Les fluidités verbale et graphique du D-KEFS sont opérationnalisées et cotées de façon standard à l'exception qu'à la 45^e seconde, on mentionne qu'il reste 15 secondes et que le participant doit dire le plus de mots possible ou faire le plus de dessins possible.

➤ **Casse-tête C-2 (le cercle) et C-3 (la vache) du WAIS-NI (Kaplan, Fein, Morris et Delis, 1991)** (8 minutes)

Les casse-tête du WAIS-R NI (voir Annexe 5) mesurent la spécialisation pour le contenu visuospatial. Ils mesurent également la capacité à visualiser la structure globale (casse-tête C-3 de la vache). Les jonctions de ce casse-tête sont tous identiques, ce qui force le participant à utiliser uniquement une stratégie de reconnaissance globale. La capacité à traiter l'aspect local est mesurée par le casse-tête C-2 (le cercle) puisque le contour servant à dépister la structure globale est identique sur toutes les pièces du casse-tête, ce qui force le participant à traiter les éléments locaux (jonctions internes).

Si le participant était prêt à abandonner l'épreuve, l'expérimentateur donnait de l'aide en lui assemblant une jonction du casse-tête et ainsi de suite. Le nombre de fois que l'expérimentateur est intervenu est noté. La latéralité des jonctions

assemblées correctement au casse-tête C-3 était notée et convertie en un pourcentage de jonctions gauches ou droites correctement assemblées.

Cette épreuve a été administrée de façon standard, excepté qu'une limite de temps de 240 secondes était accordée pour compléter chaque casse-tête. Le temps total requis pour compléter les casse-tête, le nombre de jonctions du casse-tête correctement assemblées et l'ordre dans lequel elles étaient assemblées ont été notés. Au casse-tête du cercle, les participants de la présente étude ont atteint, dans tous les cas, un effet plafond, toutes les jonctions étant toujours assemblées correctement avant la fin du délais accordé. Au casse-tête de la vache, un effet plancher a été obtenu en ce qui a trait au temps, les participants ayant eu souvent besoin de plus de temps que la limite prédéterminée. Le score total (mesure visuospatiale) pour les casse-tête est donc un composite z formé de la somme du score z du nombre de jonctions correctement assemblés pour le casse-tête de la vache et du score z du temps (inversé) pour le casse-tête du cercle (0- score z du temps de réalisation).

➤ **Test global local de dénomination de lettres (Guimond et Braun, 2008 – non publié) (4 minutes)**

Nous avons créé une épreuve afin d'obtenir une mesure de vitesse dans une épreuve verbale comportant des aspects globaux et locaux où l'on peut recueillir des erreurs d'omission et de commission. Bien qu'il s'agisse d'une épreuve de perception et qu'il pourrait donc être tentant de croire qu'il s'agit d'une épreuve visuospatiale, les études en IRMf ont montré que la perception des lettres relevait davantage d'une spécialisation hémisphérique gauche puisqu'il s'agit de stimuli de nature verbale (Flowers et al., 2004). Dans ce test (voir Annexe M), des grandes lettres (aspect global) formées de petites lettres (aspect local) sont réparties sur quatre pages 8" ½ X 11" comportant aussi des distracteurs formés

de lettres inversées et de chiffres. Des lettres inversées ont été sélectionnées comme distracteurs afin d'augmenter la difficulté de la tâche. En effet, la perception visuelle de stimuli variés est soumise au principe d'invariance-miroir selon lequel une image présentée de façon inversée (rotation de 180 degrés) sera reconnue rapidement après présentation de son homologue, ce phénomène ayant été observé chez l'adulte (Biederman et Cooper, 1991) et les nouveaux-nés (Bornstein, Gross et Wolfe, 1978). La reconnaissance des lettres suivrait le même principe, ce qui requière donc chez l'enfant qui apprend à lire et à écrire à inhiber de façon permanente cette tendance naturelle lorsqu'il est en présence de lettres, ce processus étant généralement acquis après les premières années scolaires (Cornell, 1985) et atteint une dissociation parfaite entre les lettres (qui ne sont plus régies par le principe d'invariance-miroir) et les images (qui sont toujours régies par ce principe) à l'âge adulte (Pegado et al., 2010).

Le participant a 60 secondes par page pour dire à voix haute toutes les lettres qu'il peut trouver sur ces pages. Le nombre de bonnes réponses globales et locales fournies dans les 30 premières secondes et dans les 30 dernières secondes pour chaque page du test est noté par l'expérimentateur. Il y a 48 bonnes réponses dont 12 sont des stimuli locaux seulement, 12 sont des stimuli globaux seulement et 12 sont globaux et locaux à la fois. Toutes les bonnes réponses sont des lettres différentes des distracteurs, ce qui permet à l'expérimentateur de s'assurer que le participant fournit des bonnes réponses ou pas. La latéralité des bonnes réponses fournies par le participant est notée et convertie en un pourcentage de bonnes réponses fournies dans l'hémichamps gauche et droit. Cette épreuve avait été pré-testée chez des étudiants de l'UQAM (N = 12, voir Annexe M).

Les participants âgés de 15 ans ou plus complétaient les tests précédents ainsi que:

➤ **SAVR** (Simulation d'activités de la vie quotidienne) (60 minutes)

SAVR (Simulation d'activités de la vie réelle) est une épreuve informatisée développée par Braun et collègues (Guimond, et al., 2006; 2008) mesurant la genèse mentale de scripts et la mémoire prospective tout en recueillant des mesures de commission et d'omission dans des épreuves attentionnelles complexes (Annexe N). Cette épreuve s'est avérée extraordinairement sensible aux déficits cognitifs reliés au vieillissement normal, ce qui laisse présager une bonne sensibilité aux dysfonctions cérébrales (Guimond et al., 2006). De plus, un bon taux d'erreurs d'omission et de commission a été obtenu précédemment lors de la passation de SAVR chez des participants normaux (Guimond et al., 2006; 2008). L'effet plafond et plancher est impossible à cause du niveau de difficulté de l'épreuve et la nature de celle-ci.

Seules certaines sous-tâches de SAVR permettaient l'extraction d'erreurs d'omission et de commission non-ambiguës. Par exemple, il fut impossible d'utiliser les erreurs provenant des tâches de mémoire prospective *time-based* ou de la tâche de genèse de scripts puisque les erreurs d'omission (exemple: oublier de s'injecter virtuellement de l'insuline à une heure donnée) étaient comptabilisées dans la même variable que les erreurs de commission (exemple: s'injecter virtuellement de l'insuline à l'avance ou trop fréquemment). Les sous-tests pertinents de SAVR pour la présente étude sont donc:

- 1) une épreuve de **mémoire de travail et d'attention divisée** formée de trois sous-épreuves où des mots apparaissent au centre de l'écran et où le/la participant(e) doit appuyer sur la barre d'espacement lorsque le mot présente une certaine caractéristique (Annexe O). Chaque sous-épreuve est formée de 8

stimuli-cibles et de 8 stimuli distracteurs. Dans la première épreuve, le/la participant(e) doit appuyer sur la barre d'espacement à chaque fois que le mot contient une sonorité cible. Dans la deuxième épreuve, il/elle doit appuyer à chaque fois que le mot contient une caractéristique visuelle particulière. Dans la troisième épreuve, ces deux critères sont combinés et le/la participant(e) doit appuyer à chaque fois que le mot contient la sonorité cible et la caractéristique visuelle recherchée. Un message d'erreur informe le/la participant(e) lorsqu'il/elle commet une erreur. Dans cette épreuve, une erreur d'omission est comptée à chaque fois que le/la participant(e) n'a pas appuyé sur la barre d'espacement lorsque requis et une erreur de commission est comptée à chaque fois que le/la participant(e) a appuyé pour une non-cible.

- 2) Une épreuve de d2 (Brickenkamp, 1968) informatisée (Annexe P). Celle-ci est une épreuve d'**attention soutenue et de mémoire de travail** où une lettre apparaît au centre de l'écran à intervalle régulier. Le/la participant(e) doit appuyer sur la barre d'espacement à chaque fois que la cible est un "d" accompagné de deux points (.d. :d d:) et ne doit pas appuyer lorsqu'il s'agit d'un distracteur (d .d d. :p p: .p. p d;). Il y a en tout 117 stimuli dont 75 (64%) sont des cibles et 42 (36%) sont des distracteurs et le/la participant(e) reçoit une rétroaction tout au long de l'épreuve, un message d'erreur apparaissant à chaque erreur d'omission ou de commission. Une erreur d'omission est comptée pour chaque cible où le/la participant(e) a omis d'appuyer sur la barre d'espacement et une erreur de commission est comptée à chaque fois que le/la participant(e) a appuyé alors qu'il s'agissait d'un stimulus distracteur.
- 3) Une épreuve de **mémoire prospective "event-based"**. Pendant que le/la participant(e) complète l'épreuve principale (genèse de script), il doit également penser à cliquer sur l'icône du téléphone (simulant un appel auquel

il doit répondre) à chaque fois et dès que celui-ci clignote. L'icône clignote à un rythme d'un clignement par demie-seconde. Une erreur d'omission est comptée à chaque fois que le/la participant(e) oublie de cliquer après un délai de 5 secondes.

Les erreurs d'omission et de commission recueillies dans une épreuve de **mémoire rétrospective incidente** dans SAVR ont également été colligées à des fins de comparaison avec les données recueillies des épreuves de fonctions exécutives (Annexe Q). Il s'agit d'une épreuve où plusieurs mots sont présentés sur un écran à la fin de la passation de SAVR. Le/la participant(e) doit cliquer sur les mots qui ont été présentés précédemment à un moment ou l'autre dans le programme SAVR. L'épreuve est composée de 10 stimuli cibles, de 10 stimuli distracteurs liés sémantiquement aux mots-cibles et de 10 stimuli distracteurs qui ne sont pas liés sémantiquement aux mots-cibles. Une erreur d'omission est comptée pour chaque stimulus-cible que le/la participant(e) n'identifie pas comme tel et une erreur de commission est comptée pour chaque distracteur faussement reconnu comme faisant partie des mot-cibles.

Les données sont recueillies par le programme SAVR et transférées automatiquement dans un fichier Excel.

3.4 Analyses

Analyses préliminaires

Toutes les variables ont été soumises à des analyses descriptives afin d'évaluer la normalité des distributions. Une variable était considérée comme non distribuée normalement si le test de Shapiro-Wilk atteignait un seuil significatif (< 0.05) et si l'asymétrie de la distribution (*skewness*) déviait de plus de deux écarts types de la

normalité. Lorsque la variable n'était pas distribuée normalement, les mesures suivantes étaient appliquées dans l'ordre jusqu'à l'obtention d'une distribution normale:

1. Recherche des cas très extrêmes: les analyses descriptives dans SPSS permettent de trouver les cas déviant de la distribution avec le graphique de Tukey (diagramme à moustaches). Selon les critères utilisés par SPSS, un cas très extrême est une donnée ayant une valeur de trois fois ou plus la valeur interquartile (valeur sur une variable X correspondant au 75^e percentile – valeur correspondant au 25^e percentile : 1.349 ÉT lorsque la distribution est normale). Si un tel cas était identifié, il était supprimé de la base de données et les analyses de normalité étaient refaites.
2. Si la suppression des cas très extrêmes ne permettait pas d'obtenir une distribution normale, les cas très extrêmes étaient conservés dans la base de données et une transformation appropriée était appliquée (log10 ou racine carrée selon la forme de la distribution).
3. S'il était impossible de transformer la variable pour atteindre une distribution normale, la base de données était scrutée à la recherche de cas extrêmes. Dans SPSS, une donnée extrême est une valeur d'1,5 à 3 fois la valeur interquartile. Les cas extrêmes et très extrêmes étaient ainsi supprimés de la base de données et les analyses de normalité étaient refaites.
4. Si le retrait des cas extrêmes et très extrêmes ne permettait pas d'atteindre la normalité, ils étaient conservés dans la base de données et une transformation appropriée était appliquée à la variable.

Les transformations appliquées aux données sont présentées à l'Annexe S (article 1) et T (article 2).

Puisqu'il s'agit d'hypothèses orientées et que très peu d'études ont montré un patron de latéralisation inverse à celui présenté ci-haut pour l'ensemble des modèles, le seuil alpha fut unicaudal (0.1).

Analyses des variables provenant de tests cliniques en neuropsychologie

Trente-quatre mesures provenant des tests neuropsychologiques ont été analysées dans le but de déterminer lesquelles permettaient de distinguer de façon efficace les participant(e)s ayant subi une lésion de l'hémisphère droit des participant(e)s ayant subi une lésion de l'hémisphère gauche. Des tests t de Student ont permis de déterminer quelles mesures des tests neuropsychologiques permettaient de mettre en lumière une différence significative entre les lésés gauches et les lésés droits. Si le test Levene d'une différence entre les deux variances intra était significatif, les analyses appropriées étaient sélectionnées (test ajusté pour des groupes ayant des variances différentes). Pour les variables qui montraient une différence significative du côté de la lésion, des analyses discriminantes unidimensionnelles et multidimensionnelles ont été réalisées afin de déterminer le pourcentage de classification correcte dans les groupes de lésés gauches et droits.

Pour évaluer la contribution de facteurs neurodéveloppementaux, des corrélations et des corrélations partielles ont été réalisées, dont un des termes était l'âge au premier symptôme, l'âge au test, ou l'intervalle entre le premier symptôme et l'âge au test.

Une correction de Bonferroni aurait optimalement dû être appliquée au seuil alpha requis pour obtenir un effet significatif en raison du nombre élevé de tests statistiques réalisés sur le même échantillon. Toutefois, pour les mêmes raisons, cette correction

n'a pas été appliquée puisque le seuil alpha aurait été beaucoup trop élevé pour permettre la mise en évidence de quelque effet significatif que ce soit (soit de $p < 0,001$). De plus, compte tenu de la nature exploratoire de cette étude, le but visé était de déterminer quelles sont les mesures les plus sensibles afin de guider les études futures dans ce domaine.

Les fichiers de sortie SPSS des analyses statistiques réalisées dans le cadre de cet article sont présentés à l'Annexe U.

Analyses du biais de réponse dans une épreuve de fonctions exécutives complexes: SAVR

Les erreurs d'omission sur les trois épreuves de fonctions exécutives (l'épreuve de mémoire de travail et d'attention divisée, l'épreuve d'attention soutenue et de mémoire de travail et l'épreuve de mémoire prospective "*event-based*") ont été additionnées. Les erreurs de commission ont été additionnées sur les deux épreuves pertinentes de SAVR (l'épreuve de mémoire de travail et d'attention divisée et l'épreuve d'attention soutenue et de mémoire de travail).

Une ANALYSE DE VARIANCE à mesures répétées BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ DE LA LÉSION X LOCALISATION FRONTALE VERSUS NON FRONTALE DE LA LÉSION x TYPE D'ÉPREUVE (fonctions exécutives versus mémoire rétrospective incidente) a été réalisée afin de déterminer s'il y avait un biais de réponse et si celui-ci était modulé par le côté de la lésion, le type d'épreuve et par la localisation lobaire généralement associée au biais de réponse. Les analyses découlant de cette analyse de variance sont ensuite présentées afin de décrire les différentes interactions présentes. Finalement, deux analyses de variance à mesures répétées BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ DE LA LÉSION ont été réalisées pour mesurer indépendamment le biais de réponse sur les tâches de fonctions exécutives de SAVR

et sur la tâche de mémoire rétrospective incidente de SAVR. Des tests t de Student ont été utilisés afin de mesurer les effets simples de biais de réponse. Des analyses de variance à mesures répétées de BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ DE LA LÉSION X LOCALISATION LOBAIRE DE LA LÉSION ont également été faites afin de déterminer si le biais de réponse était présent dans tous les lobes, témoignant d'une spécialisation hémisphérique pour le biais de réponse.

Chaque sous-score de SAVR a été analysé par un tests t de Student afin d'identifier s'il y avait des mesures permettant de distinguer les lésés droits des lésés gauches.

Les fichiers de sortie SPSS des analyses statistiques réalisées dans le cadre de cet article sont présentés à l'Annexe V.

Dans les deux études, des analyses de covariance ont été utilisées afin d'éliminer la contamination possible de plusieurs variables confondantes sur l'effet principal de côté. Les variables confondantes testées sont : le genre, la dominance manuelle, le nombre d'années de scolarité, l'âge au premier symptôme, l'intervalle de temps écoulé entre le premier symptôme et l'âge au test, le volume de la lésion (un versus plusieurs lobes), l'étiologie de la lésion (à potentiel progressif versus aiguë), la présence versus absence de lésion sous-corticale, la présence versus absence d'épilepsie et la présence versus absence de symptômes neurologiques résiduels (ex. hémianiopsie, hémiparésie, etc.). Ces variables ont été analysées en corrélation bivariée avec les variables dépendantes. Celles qui étaient significativement corrélées avec les variables dépendantes étaient utilisées comme covariables dans les analyses de covariance.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

4.1 Effects of unilateral lesions incurred in childhood and adolescence: Evidence of hemispheric specialization from neuropsychological tests of response bias.

By Anik Guimond, M.Ps, Claude M.J. Braun, Ph.D., Sylvie Daigneault, Ph.D., Jean-Pierre Farmer, M.D., and Sabrina Suffren, MA.

Running head : Hemispheric specialization in children

Key words : hemispheric specialization, response bias, errors of omission, errors of commission, children, plasticity, verbal, visuospatial, global, local

Submitted to : Neuropsychology

First version : May 23rd, 2011

Corresponding author:
Claude M.J. Braun, PhD,
Professeur titulaire,
Centre de Neurosciences Cognitives
UQAM, C.P 8888, Succ. Centre-Ville
Montréal, Québec, Canada, H3C 3P8
Téléphone: 514-987-3000 (4814)
FAX: 514-987-8952
email: [Braun.Claude@UQAM.CA](mailto: Braun.Claude@UQAM.CA)

Abstract

Introduction. Four neuropsychological models of hemispheric specialization hold currency today. The most dominant one is based on the cognitive modality of the test material (verbal versus visuospatial). Another is based on perceptual qualities of the stimuli (local versus global). A third is based on response bias (omissiveness versus commissiveness). A fourth is based on the side of hemisymptoms. *Method.* Neuropsychological “paper-pencil” tests were chosen and modified to test their sensitivity to lesion side based on both terms of each of the four models outlined above. Participants were 51 children, teenagers and young adults who had sustained a unilateral brain lesion during childhood or adolescence (27 left hemisphere lesioned and 24 right hemisphere lesioned). *Results and conclusion.* Only five measures out of 34 manifested a lesion side effect, three of which were measures that are generally not taken into consideration in the neuropsychological field, namely errors of commission. Errors of commission on the Rey Complex Figure, a measure never yet implemented in clinical neuropsychology, was found to be the measure most sensitive to the side of the lesion. Representative cases are described and proposals for development of clinical neuropsychological testing are offered. Neurodevelopmental aspects of cognitive and non cognitive aspects of hemispheric specialization are also discussed.

Introduction

Kennard (1938) has found that in primates, a cerebral lesion sustained early in life is less deleterious for the motor functions than the same lesion in older animals. This theory has been termed the Kennard theory or the « early plasticity » theory. However, the opposite pattern has been observed for some cognitive functions, studies showing that a cerebral lesion sustained early in life would entail more important cognitive sequelae than a lesion sustained later in life, a proposal termed the « early vulnerability » theory (Hebb, 1947; 1949; Anderson et al., 2009, Duval et al., 2008; Westmacott et al., 2009).

The Kennard principle or early plasticity has been supported by Lenneberg (1967) who observed that a lesion to the left hemisphere generally entails a persistent aphasia in adults but rarely entails an aphasia as intense and as long lasting in children having sustained the same lesion. This is what brought Lenneberg to think that both hemispheres are equipotential at birth and that the left hemisphere develops its specialization for language skills gradually until 12 years old. This hypothesis has been supported by studies on left hemispherectomized youth who show a capacity for reorganization in the contralateral hemisphere (Basser, 1962). Recently, this hypothesis has been supported by a fMRI study which measured a lateralization index from the activation generated by verbal and visual tasks. The hemispheric specialization for both types of tasks increased gradually in various cerebral regions from 8 to 20 years of age (Everts et al., 2009).

However, some studies have shown that the left hemisphere seems to be specialized for language skills at birth. It is the case for studies on the asymmetry of the planum temporal (Wada, Clarke & Hamm, 1975; Witelson & Pallie, 1973), electrophysiology in newborns (Molfese & Molfese, 1980) and right ear head turning behavior in

newborns for language stimuli (Turkowitz, 1977; Entus, 1977, Segalowitz & Chapman, 1980; Vargha-Khadem & Corballis, 1979).

Recent studies have shown that the long-term cognitive sequelae in unilaterally lesioned children do not present a clear lateralized pattern (Ballantyne, Spilkin & Trauner, 2007; Everts et al., 2008; Max, 2004; Ricci et al., 2007; Westmacott et al., 2009). In these studies, participants were evaluated up to 6 years post-lesion and the working memory IQ sub-score was the most likely to be under the average range (Everts et al., 2008; Brière et al., 2008, Westmacott et al., 2009). The performance IQ (Everts et al., 2008), the non-verbal reasoning skills (Westmacott et al., 2009) and the attentional skills (Everts et al., 2008) were generally lower than in controls. Lesions to the right and left hemisphere were likely to cause language deficits in children (Thal et al., 1991) and the deficits were generally benign two years after the lesion in cases of congenital lesions (Feldman, Holland, Kemp & Janosky, 1992; 1994). More subtle linguistic deficits have also been observed in more complex tasks on a long-term basis (Ballantyne et al., 2007; Chapman et al., 2003), independently of the intra-lobar lesion site and of the laterality of the lesion. Very few researchers have been interested in the impact of an early lesion on memory and these studies have not shown a difference between lesions to the left and right hemisphere on verbal and visuospatial memory respectively (Max, 2004; Vargha-Khadem et al., 1991).

In adults, various theoretical models have been developed to account for the discrepancy between lesion outcome to one hemisphere or the other, some based on the modality of the tasks, some on the perceptual qualities of the stimuli and some on response bias. To date, neuropsychological batteries have had a very limited success in determining lesion side. The Halstead-Reitan (Heaton, Grant, Anthony, Lehman, 1981; Russel, 1995) and the Luria-Nebraska test batteries (Sears, Hirt & Hall, 1984) correctly identify lesion side in only about 70% of the cases. The often cited lesion

side effect associated with Verbal IQ versus Performance IQ is also very weak in adults using the WAIS-R (Iverson, Mendrek & Adams, 2004) and in children using the WISC (Riva & Cazzaniga, 1986). The present study aims at confronting four neuropsychological models of hemispheric specialization with “paper-pencil” neuropsychological tests in participants having sustained a unilateral brain lesion in childhood. These four models are presented below.

Hemispheric specialization for language and visuospatial abilities

In adults, left hemisphere specialization for language was first observed by Broca (1865) and Dax (1865) in their left unilateral brain lesioned patients who presented aphasia. Since these early studies, left hemisphere dysfunction has been associated with lower performance on verbal neuropsychological tasks such as memory tasks (Godefroy, Roussel, Leclerc, Leys, 2009; Saling et al., 1993; Schouten, Schiemanck, Brand, Post, 2009; Vilkki et al., 2004), verbal fluency tasks (Baldo, Shimamura, Delis, Kramer & Kaplan, 2001; Stuss, 1998) and tasks measuring crystallized verbal abilities (Bornstein & Matarazzo, 1982; Inglis & Lawson, 1981). In children however, results of studies on speech and language skills deficits following unilateral lesions are less constant and depend on various factors such as age at time of injury, lobar localization of the lesion, volume of the lesion, stage of development of the cognitive function at the time of injury, presence of seizures, etc. (Vargha-Khadem, Isaacs & Muter, 1994). Some studies showed that both left and right hemispheric neonatal stroke induced a delay in speech production and that this delay was resolved by the time the children got to school (Discourse, 1998; Vikingstad et al., 2000). Some studies on pediatric stroke patients have shown that performance on verbal memory tasks was not related to the side of the lesion (Lansing et al., 2004; Max, 2004). However, many researchers have found a pattern of deficits similar to adults (Chilosi et al., 2001; Kolk & Talvik, 2000; McFie, 1961; Raz, Foster, Briggs & Shah, 1994; Woods, 1980; Woods & Teuber, 1973; 1978), with left lesioned children

showing a great recovery after follow-up but still having subtle language deficits (Alajouanine, 1965; Hacean, 1976). There have been no reports of a juvenile pattern opposite to the adult pattern.

The right hemisphere has been thought dominant for processing of visuospatial content (Milner, 1968; Moscovitch, 1973; Klatsky, 1970, Seamon, 1974), for mental rotation (Johnson, McKenzie & Hamm, 2002; Kessels, Jaap Kappelle, de Haan & Postma, 2002; Vogel, Bowers & Vogel, 2003) and for visuospatial memory (Bohbot et al., 2007; Braun et al., 2011; Kimura, 1963; Maguire et al., 2000; Pereira et al., 2011; Spiers et al., 2001). Visuospatial memory has been associated with the right antero-temporal lobe (Kimura, 1963; Milner, 1968) and more specifically with the right hippocampus (Bohbot et al., 2007; Braun et al., 2011; Maguire et al., 2000; Pereira et al., 2011). Recent studies have focussed on the type of tasks and on the differences in strategies used by the participants enabling measurement of the specific involvement of the right hippocampus. These studies have shown that tasks requiring memory for associations between spatial dimensions (Braun et al., 2011; Lambrey et al., 2008; Maguire et al., 2000; Pereira et al., 2011) show a specialization of the right hippocampus. It has also been shown that the type of strategy used in a spatial orientation task is related to the volume of certain regions of the brain, the participants using a spatial strategy having larger right hippocampi when compared to participants using a verbal "step by step" strategy who used mostly their caudate nuclei (Bohbot et al., 2007).

Kimura (1963) compared left and right temporal lobectomised patients on a recognition task of geometric and nonsense figures (Recurring Figures Test) and found that right lobectomized patients had more difficulty than left lobectomized patients in recognizing nonsense figures but both groups were equal in recognizing geometric figures. She concluded that the right temporal lobe was specialized in visuospatial memory but only when the material to encode cannot be verbalized.

Right temporal lesioned patients have been found significantly more impaired on the Rey Complex Figure task of non-verbal memory than left temporal lesioned patients (Bohbot et al., 1998; Jones-Gotman, 1986). However, there are several other reports of no difference (Giovagnoli & Avanzini, 1999; Kneebone, Lee, Wade & Loring, 2007; Max, 2004), some claiming that many of the components are verbalizable (Kneebone et al., 2007). A scoring procedure for the Rey Complex Figure has yielded interesting results in determining the laterality of lesions (Loring, 1988). It is a qualitative scoring procedure where the patient receives one point for each type of error supposed to be characteristic of a right hemisphere lesion (rotation of segments, misplacement of details, major misallocation, distortion, additional elements). This system, to our knowledge, is the only one having incorporated errors of commission (additional elements) in the scoring procedure of the Rey Complex Figure. Right hemisphere lesioned patients made significantly more errors than left hemisphere lesioned patients with this modified scoring procedure (Loring, 1988; Piguet et al., 1994; Frank & Landeira-Fernandez, 2008). Altogether, right hemisphere dominance for visuospatial content has been challenged by several authors on various types of tasks (Baldo et al., 2001; Majdan, Sziklas & Jones-Gotman, 1996; Jones-Gotman et al., 1997; McDermid Vaz, 2004; Moore et Baker, 1996; Naugle, Chelune, Cheek, Lüders et Awad, 1993; Lee, Yip & Jones-Gotman, 2002; Schouten et al., 2009; Wilde et al., 2001). Some authors have even found the opposite pattern in children with left hemisphere lesions who performed more poorly on tests of visuospatial function than on tests of verbal function, an effect attributed to crowding of verbal skills in the intact right hemisphere (Lidzba, Staudt, Wilke, Krägeloh-Mann, 2006).

In short, left hemisphere lateralization of most of the language skills and of verbal memory is well established in the lesion literature but a right hemisphere advantage for visuospatial tasks in general and visuospatial memory is still controversial (see Cabeza & Nyberg, 2000 for a review on PET and fMRI data).

Hemispheric specialization for local and global processing

Another model of hemispheric specialization developed by Edith Kaplan and her colleagues proposes that the left hemisphere is specialized for the processing of details (local aspects) and that the right hemisphere is specialized for processing the external structure (global aspects). Some studies have shown that a left hemisphere lesion causes a loss of representation of the local aspects of figures and that a right hemisphere lesion causes a loss of global representation (Delis, Robertson & Efron, 1986; Kaplan et al, 1988, 1991, 1999; Lamb, Robertson & Knight, 1989; Robertson, Lamb & Knight, 1988). This dissociation has also been observed in children (Schatz, Craft, Koby & DeBaun, 2004; Stiles et al., 1996; 2008). During development, children would be first specialized for local processing and would develop the ability for global processing only later (Akscoomoff & Stiles, 1995). Roe, Moses & Stiles (1999) suggested that children have a lateralization similar to adults for local-global processing around age 14.

With regard to neuropsychological tests, local-global specialization is believed to apply to the Block Designs subtest of the WAIS (Kaplan, 1988; Schatz, Ballantyne & Trauner, 2000), right hemisphere lesioned patients having difficulty reproducing the design and violating global reproduction. Left hemisphere lesioned patients rarely violate global reproduction but make internal errors (Kaplan et al., 1991). The double dissociation has also been observed in children on the Block Designs subtest of the WISC-R (Schatz, Ballantyne & Trauner, 2000). The local-global specialization has also been observed on drawing tests (McFie & Zangwill, 1960; Stiles, Trauner, Engel, Nass, 1996), on memory tests with hierarchical stimuli (Delis, Robertson & Efron, 1986; Delis, Kramer & Kiefner, 1988; Stiles et al., 2008), on the Rey Complex Figure (Binder, 1982; Kaplan, 1988) and on the Object Assembly subtest of the WAIS (Kaplan et al., 1988; 1991) where left lesioned patients tend to assemble the puzzle with the external junctions (global processing) whereas right hemisphere lesioned patients tend to assemble the puzzles by using the internal

junctions (local processing). Kaplan developed two puzzles of the WAIS-R NI which can be assembled only with the internal junctions or only with the external junctions (Kaplan, 1991). However, neuropsychological validity of these puzzles is still wanting.

Hemispheric specialization for response bias

The “psychic tonus” model of hemispheric specialization (Braun, 2007) postulates that the right and left hemisphere have opposed roles in the body’s management of its energy resources, the left hemisphere enhancing the body’s energy expenses (glucose and oxygen) and the right hemisphere decreasing them. A lesion to the right hemisphere would thus let the left hemisphere achieve its full potential and would enhance expenses in energy resources and a lesion to the left hemisphere would let the right hemisphere achieve its potential in decreasing the energy expenses. One study on this model of hemispheric specialization in memory has shown that right hemisphere lesions produce distorted hypermnesia (false recognition) whereas left hemisphere lesions entail global amnesia (Braun, Delisle, Rouleau, Guimond & Daigneault, 2009). In their discussion, these authors predicted that for higher cognitive functions, right hemisphere lesions should entail an exacerbation of the mental representations (general commissivness, errors of commission) and left hemisphere lesions should entail an impoverishment of mental representations (general omissivness, errors of omission) independently of the modality of the content (verbal versus non-verbal) or of global versus local aspects of the stimuli.

Hemispheric specialization and the side of hemisymptoms

It has often been observed in the litterature that a lesion to the right hemisphere can cause left hemineglect (Mort et al., 2003; Vallar, 1993). This effect has been observed on various clinical neuropsychological tests (Bailey, Riddoch & Crome, 2000) such

as the Rey Complex Figure (Rapport, Dutra, Webster, Charter & Morril, 1995; Rapport, Farchione, Duua, Webster & Charter, 1996). A left hemisphere lesion can also cause neglect in the contralesional field, independently of sensory damage to visual field (Braun, Archambault, Daigneault & Larocque, 2000; Lecours, Lupien & Parente, 1989; Ogden, 1985). Left spatial hemineglect is more common than right hemineglect, occurring in 50% of cases of right hemisphere lesions and only in 33% of cases of left hemisphere lesion (Stone et al., 1991). Left spatial hemineglect following a lesion of the right hemisphere is thought to be more frequent, more severe and more permanent (Stone et al., 1991). Recovery varies from six months post-lesion (Hier et al., 1983) to up to 12 months (Zarit & Kahn, 1974). The dominant hypothesis to explain this preponderance of cases of left hemineglect is the attentional theory developed by Mesulam (1998) which states that the right hemisphere contains an attentional neuronal network responsible for spatial attention in the left and right hemispaces. Oppositely, the left hemisphere would have a neuronal network responsible only for the right hemisphere. The right hemisphere would thus be able to compensate for a lesion of the left hemisphere but not the reverse, which would explain the preponderance of cases of left spatial hemineglect following a right hemisphere lesion (see also Heilman, 1993). Another hypothesis is that of Kinsbourne (1977) which states that both hemispheres have an attentional bias toward the contralateral hemisphere. The results of a recent fMRI study is in accordance with this theory (Szczepanski, Konen & Kastner, 2010). They have found that, there is a cerebral region, the posterior parietal lobule, that is involved in this bias in the right hemisphere but not in the left hemisphere. Most importantly, they observed that, although both hemispheres show an attentional bias towards the contralateral hemisphere, the bias of the left hemisphere is stronger than that of the right hemisphere and is supported equally by frontal and parietal areas. The attentional bias in the right hemisphere would be subserved by the parietal lobe and less importantly by the frontal lobe. A lesion of the left frontal or parietal area alone would thus be less likely to cause a right hemineglect because the non-lesioned area

could still direct a strong attentional bias towards the contralateral hemispace. A lesion of the right parietal area would leave only a slight frontal attentional bias towards the left hemispace which could cause a left hemineglect.

Objectives and hypotheses

The objectives of the present study were to test the validity of these four models of hemispheric specialization in children, adolescents and young adults having sustained a unilateral brain lesion during childhood or early adolescence with various measures from neuropsychological tests.

The four models of hemispheric specialization tested are: 1) the verbal versus non-verbal model, 2) the local versus global model 3) omissiveness versus commissiveness model and 4) the model of hemineglect in the contralesional visual field. According to these four models of hemispheric specialization, the left hemisphere lesioned participants should have more problems on verbal tasks, more difficulty processing details (local aspect) on the different tasks, present a greater number of errors of omission and present hemineglect in the right visual field. The right hemisphere lesioned participants should have more difficulty on visuospatial tasks, more problems with global aspects of the tasks, present more errors of commission and present left hemineglect.

Method

Participants

Participants were recruited at the Montreal Children's Hospital (psychology department, neurosurgery department and medical files) following the hospital's ethical guidelines. Patients had to present a unilateral lesion occurred during

childhood. The lesion had to be documented on CT scan or MRI. The patients had to be 8 years old or older at the time of testing and the first language had to be either French or English. The exclusion criteria were 1. congenital intellectual deficiency, 2. systemic disorder (ex. neurofibromatosis, trisomia, etc.), 3. congenital learning disability such as dyslexia or ADHD, 4. psychiatric disorder (autism, psychosis, bipolar disorder, etc.), 5. severe ongoing pharmacoresistant epilepsy, 6. drug use or psychotropic medication and 7. a bilateral or diffuse lesion. With these criteria, 51 patients were recruited, 27 with a left hemisphere lesion and 24 with a right hemisphere lesion. Demographic and clinical description of the two groups is in table 1 and 2 respectively.

Table 1. Demographic description of the samples

Variables	Levels of the variable	Left hemisphere lesion N = 27 (53%)	Right Hemisphere Lesion N = 24 (47%)
Gender	Male	14 (52%)	12 (50%)
	Female	13 (48%)	12 (50%)
Education	Mean number of years	9.67, SD = 3.28 min/max = 5-16	9.33, SD = 3.23 min/max = 3-16
Handedness	Right	19 (70%)	21 (88%)
	Left	8 (30%)	3 (12%)

Table 2. Neurological description of the samples

Variables	Levels of the variable	Left Hemisphere Lesion N = 27 (53%)	Right hemisphere lesion N = 24 (47%)
Age at testing	Mean age at testing	17.56, SD = 5.52 min/max = 10-29	17.21, SD = 5.66 min/max = 9-30
Age at insult (or age at first symptom)	Perinatal	8 (30%)	4 (17%)
	0-1 year old	3 (11%)	3 (13%)
	2-5 years old	3 (11%)	7 (29%)
	6-12 years old	8 (30%)	4 (17%)
	13 and more	5 (19%)	6 (25%)
	Mean age at first symptom	5.60, SD = 5.65 min/max = 0-18	5.90, SD = 5.75 min/max = 0-16
Time elapsed between the first symptom and the time of testing	Mean number of years	11.96, SD = 6.38 min/max = 2-27	11.30, SD = 5.98 min/max = 1-25
Etiology (can be more than one etiology)	Vascular etiology	8 (30%)	5 (21%)
	Tumor	9 (33%)	13 (54%)
	Infection	2 (7%)	2 (8%)
	Cyst	5 (19%)	1 (4%)
	Penetrating traumatic brain injury or hemorrhage secondary to TBI	3 (11%)	1 (4%)
	Atrophy	3 (11%)	0 (0%)
	Porencephaly	2 (7%)	0 (0%)
	Sclerosis	1 (4%)	0 (0%)
	Artero-venous malformation	5 (19%)	2 (8%)
	Dysplasia	2 (7%)	0 (0%)
Presence of hemispherectomy	Number of cases	4 (15%)	1 (4%)
Acquired intellectual disability	Number of cases	1 (4%)	1 (4%)
Lesion volume	1 lobe	16 (59%)	17 (71%)
	2 lobes	8 (30%)	2 (8%)
	3 lobes	0 (0%)	3 (13%)
	4 lobes	3 (11%)	1 (4%)
Lobar localization of the lesion (can be more than one lobe)	Temporal	19 (70%)	14 (58%)
	Parietal	7 (26%)	6 (25%)
	Occipital	4 (15%)	7 (29%)
	Frontal	14 (52%)	7 (29%)
	Sub-cortical lesion	4 (15%)	7 (29%)
Presence of neurological sequellae (hemianopsia, hemineglect, etc.)	Number of cases having a neurological sequellae	11 (41%)	16 (67%)
Presence of epilepsy	Number of cases	14 (52%)	12 (50%)

The right and the left hemisphere lesioned patients did not differ significantly on any of the demographic or neurological variables. Qualitatively, we observe that there is a larger percentage of left hemisphere lesioned participants who presented an atypical hand preference (30%). This is more likely to be caused by a forced shift of handedness in right handers who became hemiparetic as a consequence of their lesion (five out of eight left handers in the left hemisphere lesioned group had a right hand hemiparesis).

Testing material: Rationale for test selection

The neuropsychological tests were specially selected and/or modified to measure each level of the four models of hemispheric specialization described above. They were also selected and/or modified to ensure a balance of measures of power (the participant decides when the task is finished) and speed (tests where a certain limit of time is allowed to the participant to complete the exercise).

The tests selected are presented below. The models tested and the measures designed to index hemispheric lateralization are specified for each one.

Rey Complex Figure (Rey, 1941): In the standard administration procedure, the Rey Complex Figure (RCF) is a measure of incidental memory i.e., the participant is asked to copy the figure and is not told that he or she is going to be asked to draw it from memory after. The standard procedure for administering the test was modified to make it similar to the other memory tests chosen which are not measures of incidental memory. We thus decided to ask the participant to look at the figure for 90 seconds and try to remember it instead of copying the figure. Even if the Rey Complex Figure can be memorized with a verbal strategy, it is widely used as a non-verbal memory test (see Kolb & Whitshaw, 1990, p. 234 for an example) and treated as such here.

The scoring procedure was modified to be more precise, allowing for scoring of errors of omission and of commission. The elements of the standard scoring system were broken down into several smaller elements. The scoring is on a two point scale per item as in the standard procedures (0.5 pt = not drawn correctly, not positioned correctly, but recognizable, 1 pt = incorrectly drawn and correctly positioned or correctly drawn and incorrectly positioned, 2 pts = correctly drawn, correctly positioned). Because of the use of a non-standard scoring procedure, a second rater was asked to score the RCF to analyze the inter-rater reliability which was very good for the total score ($ICC = 0.883$), the global score ($ICC^1 = 0.914$), and the omission score ($ICC = 0.926$), and acceptable for the local score ($ICC = 0.751$) and the commission score ($ICC = 0.661$) (for the criterion values of ICC, see Landis & Koch, 1977).

The following scores are sums of the immediate recall, delayed recall and recognition tasks (item-by-item, yes/no format).

1. Non verbal: Total number of points of performance (two for each element correctly drawn in immediate and delayed recall and one point for each correct answer in recognition).

2-3. Local and global: The local and global elements of the figure were pre-determined with a nomenclature inspired by Kaplan (1988) and the points were added to form a global and a local score (two for each element correctly drawn in the immediate and delayed recalls and one for each correct answer in the recognition task).

4. Omission: One error of omission was counted for each element that was absent from the drawing.

1. ICC = Intraclass correlation coefficient (proportion of the total variability due to inter-rater variability).

5. Commission: In standard procedures, errors of commission are not scored (Knight & Kaplan, 2004) except in Loring's (1988) scoring which attributed one point for each line added to three precise elements of the figure (the horizontal lines in the upper left corner and the two crosses). Our approach differed from Loring's. We counted one error of commission for each superfluous line drawn by the participant, anywhere on the figure. An error of commission was thus an element (a dot, a line, a circle, etc.) that could not be recognized by the scorer as a part of the figure. An element of the figure that is not drawn in the correct position was not considered to be an error of commission (it counted for one point).

6-7. Laterality of hemisymptoms: percentage of the total score on the elements correctly recalled on the right and the left of the RCF (same scoring procedure as for the non verbal sub-score, ranging from 0.5 to 2 points per drawn item).

Stories C and D from the Children's Memory Scale (Cohen, 1997): The scores were sums of the scores of the immediate recall, delayed recall and recognition tasks (item-by-item, yes/no format).

8. Verbal: total correct answers (one point per correct item).

9-10. Local and global: Total correct details and thematics were respectively considered local and global measures (one point per correct answer). These measures are not typically associated with the local/global model of hemispheric specialization but were, in the present study, experimentally treated as such because some researchers have associated the sentence processing to a left hemisphere function and the coherence and general comprehension to a right hemisphere function although this idea is controversial (see Perfetti & Frishkoff, 2008).

11. Omission: Elements of the story that were not recalled and false-negative answers on the recognition task (yes/no procedure) were summed.

12. Commission: Details given by the participant that were not part of the story and false-positive answers on the recognition task (yes/no procedure) were summed. As far as we are aware, this scoring procedure is original.

Kimura's Recurring Figures Test (Kimura, 1963): This test is a recognition memory test using a yes/no procedure. Half of the stimuli are geometric figures and half are nonsense figures. The latter are purely non-verbal stimuli because they cannot be encoded using a verbal strategy.

13. Visuospatial: Total correct positive answers + total correct negative answers. This scoring procedure is different from that of Kimura (1963) and Rixecker & Hartje (1980) who used a total score consisting of the total number of true positive answers minus the total number of false positive answers.

14. Omission: Sum of false negative answers for geometric and nonsense figures. Errors of omission had never been normed separately on this test for geometric and non-sens figures (Kimura, 1963; Rixecker & Hartje, 1980).

15. Commission: Sum of false positive answers for geometric and nonsense figures.

California Verbal Learning Test (Delis, 2000): The recognition task consisted of the 16 target words, of 8 distractors from the distraction task, of 17 semantically related distractors and of 16 non related distractors. Thirteen semantically related distractors were added by us to the standard recognition task, which comprises four semantically related distractors, to enhance the power of the recognition task and to favor more errors of commission.

The following scores were the sum of the scores on the immediate recall, delayed recall and recognition tasks (item-by-item, yes/no format).

16. Verbal: Total number of correct answers on the test (one point per correct item).

17. Omission: Sum of words not recalled in the spontaneous recall procedure and of false-negative answers on the recognition task (yes/no procedure).

18. Commission: Sum of words recalled that were not part of the studied list of words, of repetitions of an answer already given, and of false-positive answers on the recognition task (yes/no procedure).

Verbal Fluency Test from the D-KEFS (Delis, Kaplan & Kramer, 2001):
standard procedure.

19. Verbal: Total number of correct answers produced in the three conditions (phonological fluency, semantic fluency and the alternation conditions).

20. Commission: Sum of “set-loss” errors (words that did not fit into the criteria of the task) on the three conditions.

Design Fluency Test from the D-KEFS (Delis et al., 2001): standard procedure.

21. Visuospatial: Total number of correct designs produced in the three conditions.

22. Commission: Sum of “set-loss” errors (drawings that did not fit into the criteria of the task) on the three conditions.

C-2 (circle) and C-3 (cow) puzzles from the WAIS-R NI (Kaplan, Fein, Morris & Delis, 1991): These puzzles were created by Kaplan and colleagues to test the local-global model of hemispheric specialization. The total time taken to assemble the puzzles was noted and the time limit was set at 4 minutes for each puzzle.

23. Local: The circle puzzle can only be assembled by using the internal junctions of the puzzle and is thus believed to be a measure of local processing. Because all

participants except one obtained the maximum score on the circle puzzle, it was the time taken to complete the puzzle that was used as a measure of local processing.

24. Global: In the cow puzzle, all internal junctions are the same making it impossible to assemble the puzzle without taking the global shape into consideration. It is thus believed to be a measure of global processing. The measure of global processing is the number of junctions correctly assembled from the cow puzzle. Time-to-completion could not be used for this puzzle because of a ceiling effect, several participants having needed more than the allocated time to complete the puzzle.

25. Visuospatial: Because there were a floor and a ceiling effect on the circle and the cow puzzle respectively, the measures used to create the visuospatial composite score were a measure of time (circle puzzle) and a measure of performance (cow puzzle). These two measures were transformed into z scores and summed to ensure that they contributed equally to the composite score. The measure of time was inverted to make it a performance measure. The visuospatial score from the puzzles is thus: z number of junctions correctly assembled from the cow puzzle + (0- z time taken to assemble the circle puzzle).

26-27. Lateralization of hemisymptoms: Percentage of the total number of junctions correctly assembled on the right and on the left of the cow puzzle.

Local-global test of letter denomination (unpublished test created by Guimond & Braun, 2008): This test was created by us as a measure of local-global processing. It consists of four 8 1/2" X 11" sheets presented one by one, altogether containing 96 hierarchical stimuli (a big letter or number made out of smaller letters or numbers) of which 48 are targets (24 global and 24 local letter targets) and 144 are distractors (72 global and 72 local distractors, letters and numbers). An example of the stimuli from the task is presented on Figure 1. The participant was asked in one minute to name out loud all the letters (excluding the letters that are flipped or turned upside down) found on the sheet. This task was pre-tested on 12 normal controls.

28. Verbal: Total number of correctly identified letters.

29. Local: Total number of local stimuli (N max = 48) correctly found by the participant

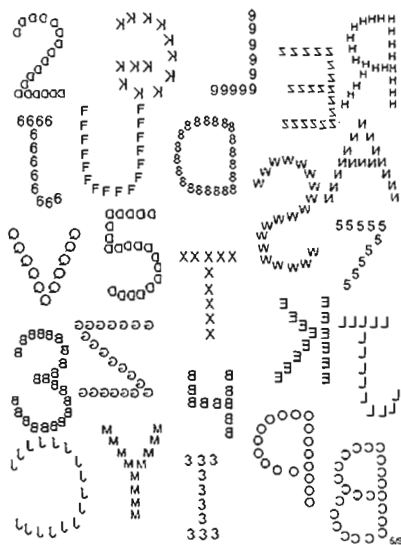
30. Global: Total number of global stimuli (N max = 48) correctly found by the participant.

31. Omission: Sum of targets missed by the participant.

32. Commission: Sum of incorrect answers given by the participant and of repeated answers.

33-34. Laterality of hemisymptoms: Percentage of the total number of correctly identified letters on the left and on the right side of the sheets.

Figure 1. Example of stimuli of the Local-Global Test of Letter Denomination



Analysis

All 34 measures were analyzed for symmetry of the distributions. A variable was considered not normally distributed when the Shapiro-Wilk test of normality was significant and when its skewness was greater than two standard errors from the mean. If either was the case, we first tried to normalize the distribution by eliminating

the extreme outliers as determined by SPSS as a value of three times or more the interquartile range (difference between the 75^e and the 25^e percentiles: 1.349 SDs when normally distributed). If an extreme outlier was found, it was deleted from the data base and the variable was tested again for normality. If deletion of the extreme outliers did not regulate the normality, the extreme outliers were kept in the data base and a logarithmic₍₁₀₎ transformation was specifically titrated to reach normality. If this did not bring the variable to a symmetric distribution, the outliers (value of 1.5 to three times the interquartile range) were deleted from the data base.

Each measure of each test was analyzed with t-tests to determine which ones were sensitive to lesion side. If the Levene test for equality of variance was significant, the t test for equality of variances not assumed was used. Correlations and partial correlations were also used to measure associations between performances on the tests and developmental factors. Because our hypotheses were oriented and because there are only a few studies showing the opposite pattern of hemispheric specialization for the four models, we set alpha at .1.

We also tested the data for possible confounds or complications. Linear regressions were done to analyse the impact of the lobar localisation of the lesion on the variables from the neuropsychological tests. Correlations between the dependent variables from the tests and several potentially confounding variables were done: gender, handedness, number of years of schooling, age at first symptom, number of years elapsed between the age at first symptom and the age at test, etiology of the lesion (acute versus potentially progressive etiology), lesion volume (1 versus 2 or more lobes), presence versus absence of epilepsy and presence versus absence of neurological sequelae. The potentially confounding variables significantly correlated with the dependant variables of interest were entered in an analysis of covariance.

A Bonferroni correction could have been applied to these analysis because of the great number of analysis done on the same sample of participants. However, for the same reason, the alpha threshold would have been too severe to show any significant effect (alpha with Bonferroni correction would have been $p < 0.001$). Moreover, this experiment is exploratory and aims at determining interesting lateralizing measures from neuropsychological tests for further research.

Results

Neurodevelopmental aspects of the neuropsychological test performances

The interactions between age at first symptom and the neuropsychological test measures were analyzed to determine whether a lesion at a younger age was more or less deleterious than a lesion incurred later in childhood. The relationships were primarily linear. There was a positive correlation between performance on the verbal, non verbal, global and local measures and age at lesion onset, the younger the age at lesion onset, the worse the performance (see Table 3). In concordance with this, a negative correlation was found between all measures of omission and the age at lesion onset. In distinction to this, no correlation was found between age at lesion onset and any of the measures of errors of commission (see Table 4). Age at the time of testing explained little variance on the psychometric tests, and partialling out of the contribution of that variable to the relation between age at lesion onset and test performance with partial correlation did not change the profile described below (see Table 3).

Table 3. Correlations between age at first symptom and measures of performance on the neuropsychological tests

Type of measures of performance	Test	r	p	p with age at test partialled out
Verbal	Children's Memory Scale	0.373	0.007**	0.028*
	CVLT	0.379	0.006**	0.024*
	Local/Global Letter Denomination Test	-0.013	0.930	0.852
	Verbal Fluency Test	0.697	<0.0001**	<0.0001**
Visuospatial	Puzzles	0.452	<0.0001**	0.001**
	Rey Complex Figure	0.415	0.003**	0.024*
	Kimura's Recurring Figures	0.046	0.748	0.486
	Design Fluency Test	0.590	<0.0001**	<0.0001**
Local	Rey Complex Figure	0.296	0.037**	0.302
	Local/Global Letter denomination Test	0.223	0.115	0.155
	Children's Memory Scale	0.302	0.031**	0.124
	Circle puzzle	-0.582	<0.0001**	<0.0001**
Global	Rey Complex Figure	0.417	0.002**	0.017*
	Local/Global Letter Denomination Test	0.293	0.054	0.116
	Children's Memory Scale	-0.305	0.030**	0.111
	Cow puzzle	0.265	0.061	0.026*
Left	Puzzle	0.344	0.014*	0.007**
	Rey Complex Figure	0.361	0.009**	0.072
	Local/Global Letter Denomination Test	0.280	0.047*	0.056
Right	Puzzle	0.139	0.329	0.065
	Rey Complex Figure	0.369	0.008**	0.026*
	Local/Global Letter Denomination Test	0.281	0.046**	0.135

Note. Alpha was set at .05 for these inference tests, the literature being too contradictory to support oriented hypotheses.

Table 4. Correlations between the age at first symptom and errors on the neuropsychological tests

Type of errors	Test	r	p
Omission	Rey Complex Figure	-0.327	0.019*
	Children's Memory Scale	-0.313	0.026*
	CVLT	-0.352	0.011*
	Kimura's Recurring Figures	-0.247	0.080
	Local/Global Letter Denomination Test	-0.305	0.029*
Commission	Rey Complex Figure	-0.109	0.447
	Children's Memory Scale	-0.235	0.097
	CVLT	-0.183	0.199
	Kimura's Recurring Figures	0.178	0.210
	Local/Global Letter Denomination Test	-0.180	0.205
	Verbal Fluency Test	-0.144	0.314
	Design Fluency Test	0.014	0.923

The interval of time between age at first symptom and age at test (onset-to-test interval) is of great developmental and clinical interest. It is the “recovery period”. In the present study, it was negatively correlated with age at first symptom ($r = -0.560$, $p < 0.001$), the younger the age at first symptom, the longer the interval between age at first symptom and age at test. However, of the 34 neuropsychological test measures of the present study, only the performance score on the puzzles ($r = 0.299$, $p = 0.033$), the performance score on the cow puzzle and the right ($r = -0.395$, $p = 0.035$) and left junctions ($r = -0.18$, $p = 0.023$) correctly assembled, the total performance score on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS ($r = -0.376$, $p = 0.006$) and the total performance score on the Design Fluency Test ($r = -0.402$, $p = 0.003$) were significantly associated with the onset-to-test interval. Given that these test measures are the ones most significantly correlated with age at lesion onset (table 5), it is clear that what is being observed here is primarily an effect of age at lesion onset rather than age at testing or onset-to-test interval. In other words, the neurodevelopmental variable of importance in the present study is age of onset, not at all age at test or recovery period.

Lateralization on the neuropsychological tests

Overall, only five independent measures were significantly associated with the side of the lesion. These five measures are presented below in Table 5.

Table 5. Tests of inference of a lesion side effect and distributional properties concerning the five paper/pencil test scores that were significantly associated with the side of the lesion

Neuro-psychological test	Measure	LS	Mean	SD	Min-Max	CV	SW	Sk/SE	t	p	% class	β
Rey Complex Figure	Errors of commission	Left	8.44	9.13	1-38	1.22	0.668	8.61	-3.00	0.004	78.4	0.394
		Right	19.58	21.07	1-87							
	Total score (correct items)	Left	143.31	46.21	89-204	0.33	0.955	2.51	1.80	0.077	58.0	-0.252
		Right	118.94	36.96	29-182							
	% of elements recalled on the left side of the figure	Left	57.95	20.77	19.83-98.28	0.38	0.982	0.92	1.87	0.066	58.8	-0.259
		Right	47.58	18.49	7.33-82.76							
Verbal Fluency Test of the D-KEFS	Errors of commission ("set-loss")	Left	1.22	1.31	0-5	0.94	<0.001	2.30	-1.97	0.054	60.8	0.271
		Right	2.08	1.67	0-5							
Kimura's Recurring Figures Test	Errors of commission (false positive answers)	Left	11.59	8.54	1-32	0.68	0.002	2.30	-1.93	0.059	62.7	-0.266
		Right	15.87	9.64	3-42							

LS = lesion side, SD = standard deviation, Min-Max = Minimum-Maximum, CV = coefficient of variation (SD/Mean), SW = level of significance on the Shapiro-Wilk test of normality, Sk/SE = Skewness/ standard error (a value of 2 or more standard error over the mean is considered as not normally distributed and was thus transformed with the appropriate equation), t = t value of the Student's test, p = level of significance. All t tests respected the Levene criteria for equality of variances, % class = % of cases correctly classified in the left hemisphere and right hemisphere lesioned group with univariate discriminant analysis (cross validated), β = standardized coefficient when each variable was entered separately in a linear regression.

Of these five measures, three are derived from the Rey Complex Figure. The measure most significantly related to the side of the lesion was the total number of errors of commission on the Rey Complex Figure. These errors were significantly more frequent in the right hemisphere lesioned patients. The three measures derived from the Rey Complex Figure were further analyzed with bivariate correlation to understand the relations between them (Table 6).

Table 6. Correlations between the three “hemispherically lateralizing” measures of the Rey Complex Figure

Correlations	RCF total score (correctly drawn traits)	RCF left side % of elements correctly drawn	RCF commissions errors
RCF total score (correctly drawn traits)	-	$r = 0.851$ ($p = .000$)	$r = -0.460$ ($p = .001$)
RCF left side % of elements correctly drawn	$r = 0.851$ ($p = .000$)	-	$r = -0.416$ ($p = .002$)
RCF commission errors	-	$r = -0.416$ ($p = .002$)	-

All three “lateralizing” measures from the Rey Complex Figure were significantly related one to the other. Trivially, the more elements were recalled globally, the more elements on the left of the Figure were also recalled. However, interestingly, the higher the total score (correctly drawn traits) was on the Rey Complex Figure and on the left side of the Figure, the less the patients made errors of commission. When the variance from the commission errors was partialled out, the correlation between the total score on the RCF and the side of the lesion was no longer significant ($r = -0.097$, $p = 0.508$). When the total score on the RCF was partialled out, the correlation between the number of errors of commission and the side of the lesion remained significant ($r = 0.301$, $p = 0.036$). The same results were obtained when partialling out the errors of commission from the correlation between the % of left side elements correctly drawn and the side of the lesion which was no longer significant ($r = -0.114$, $p = 0.430$). When left side elements correctly drawn were partialled out, the correlation between the errors of commission and the side of the lesion remained significant ($r = 0.326$, $p = 0.021$).

Of the five “lateralizing” measures, errors of commission on the Rey Complex Figure yielded the best percentage of correct classification into both lesioned groups (see Table 5). When all five variables were analysed together in a stepwise linear regression analysis (with the default settings of SPSS), only errors of commission on

the Rey Complex Figure was retained as a good index of lesion side ($\beta = 0.374$, $t = 2.80$, $p = 0.007$).

Interestingly, when only the participants without neurological sequelae were tested on these five “lateralizing” measures as a function of lesion side ($N_{\text{left hemisphere lesioned}} = 16$, $N_{\text{right hemisphere lesioned}} = 8$), even with this drop in statistical power, the errors of commission on the Rey Complex Figure remained significantly related to the side of the lesion ($t_{(22)} = -3.17$, $p = 0.004$) as were the errors of commission on the Verbal Fluency test of the D-KEFS ($t_{(22)} = -2.37$, $p = 0.027$), meaning that with participants without other types of sequelae, these measures of the neuropsychological tests would represent good determinants of the side of the lesion.

Analysis of the impact of the lobar localization of the lesion

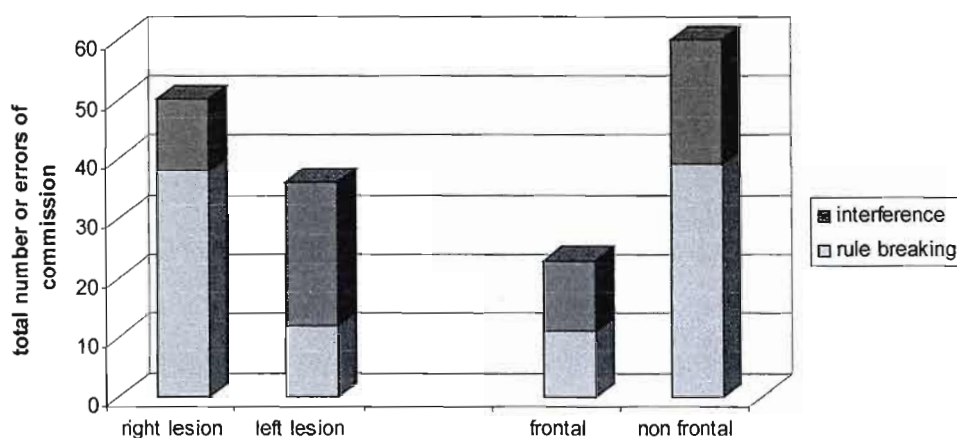
Five ANCOVAs were carried out with the five “hemispherically lateralizing” measures (see Table 3) as dependent measures and lesion side as the independent variable, controlling for the lobar localisation of the lesion as covariables. The total score on the Rey Complex Figure ($F_{(1, 44)} = 4.53$, $p = 0.039$), the left hemisymptom score on the Rey Complex Figure ($F_{(1, 44)} = 3.16$, $p = 0.082$), the errors of commission score on the same test ($F_{(1, 44)} = 8.16$, $p = 0.006$) and the errors of commission score on Kimura’s Recurring Figures Test ($F_{(1, 44)} = 3.61$, $p = 0.064$) were again significantly explained by the side of the lesion.

The effect of lesion side on errors of commission on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS was no longer significant when controlling for the lobar localisation of the lesion in ANCOVA ($F_{(1, 44)} = 1.21$, $p = 0.277$) but the effect of presence versus absence of a frontal lobe lesion and errors of commission on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS was significant when the effect of lesion side was partialled out in ANCOVA ($F_{(1, 48)} = 1.21$, $p = 0.048$). The non-frontal participants made significantly

more errors of commission than the frontal participants. We analyzed more closely the errors of commission on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS. We observed that there seemed to be two different types of errors of commission. In the first case, the participant named items that did not respect the criteria of the task but would have respected those of another task completed previously (for example, naming items from the CVLT while completing the Verbal Fluency Test). This is what Moscovitch (1982) called « failure of release from proactive interference », a sign which he considered a marker of frontal lobe damage, at the time. In the second case, the errors of commission broke the rules of the task but could not be attributed to interference from another task. We will name these two types of errors of commission on the Verbal Fluency Test: the « interference » type and the « rule breaking » type. The «rule breaking» type of error of commission was significantly related to the side of the lesion ($t_{(49)} = -3.34$, $p = 0.002$), even when the presence versus absence of a frontal lobe lesion was partialled out in ANCOVA ($F_{(1, 48)} = 8.34$, $p = 0.006$), the right hemisphere lesioned participants making significantly more « rule breaking » errors of commission than the left hemisphere lesioned participants. The « rule breaking » type of error of commission was only marginally related to the presence versus absence of a frontal lobe lesion when the side of the lesion was partialled out in ANCOVA ($F_{(1, 48)} = 4.00$, $p = 0.051$). Oppositely, the « interference » type of errors of commission were slightly more frequent in the left hemisphere lesioned participants when partialling out for the presence versus absence of a frontal lobe lesion ($F_{(1, 48)} = 3.61$, $p = 0.064$) but was not related at all to the presence versus absence of a frontal lobe lesion when the side of the lesion was partialled out ($F_{(1, 48)} = 1.10$, $p = 0.300$) (see Figure 2). The « rule breaking » type of error of commission thus seems to be more revealing for the hemispheric specialization of errors of commission and this variable was thus used in further analysis. In addition, as has been demonstrated since Moscovitch (1982), release from proactive inhibition in verbal memory is not specifically frontal lobe dependent (Moscovitch & Winocur,

1995) and to the extent that it is, it seems to be *left* frontal lobe dependent (Oztekin, Curtis & McElree, 2009).

Figure 2. Total number of « rule breaking » and « interference » errors of commission on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS as a function of the side of the lesion and of the presence versus absence of a frontal lobe lesion



The relationship between lobar localization of the lesion and test performance was analyzed to determine whether there might be a basis for a subtle multidimensional confound by entering each dependent variable (test measure) in a linear regression with the four lobar localisation as independent variables. Only the score on the Circle Puzzle ($F_{(4, 46)} = 3.61, p = 0.012$), the global score on the Local/Global Letter Denomination Test ($F_{(4, 46)} = 3.21, p = 0.023$) and the total score on the Design Fluency Test of the D-KEFS ($F_{(4, 46)} = 2.81, p = 0.036$) were significantly modulated by the lobar localization of the lesion (see Table 7). However, when analyzed as independent variables in an ANCOVA, controlling for the side of the lesion, none of these relationships remained significant. Thus, as a whole, lesion side was clearly more important than intrahemispheric lobar locus in explaining performances on the paper/pencil test measures investigated here.

Table 7. Variables from the neuropsychological tests which were significantly related to the lobar localization of the lesion as analyzed by linear regression.

Variables	Lobar localization of the lesion	β	t	p
Time to complete the circle puzzle	Frontal	-0.241	-1.50	0.140
	Temporal	-0.194	-1.42	0.162
	Parietal	-0.214	-1.40	0.168
	Occipital	-0.281	-1.88	0.067
Global score on the Local/Global Letter Denomination Test	Frontal	0.255	1.62	0.114
	Temporal	0.288	1.93	0.061
	Parietal	0.291	1.75	0.089
	Occipital	0.158	0.95	0.348
Total score on the Design Fluency Test of the D-KEFS	Frontal	0.366	2.49	0.016
	Temporal	0.230	1.63	0.109
	Parietal	0.086	0.55	0.587
	Occipital	0.202	1.32	0.195

Analysis of the interaction with potential confounding variables

The five «hemispherically lateralizing» variables were screened for potential confounds with bivariate correlations with several potentially confounding variables. The significant correlations are presented in Table 8. None of the potential confounding variables was correlated with the errors of commission on the Kimura's Recurring Figures Test. ANCOVAs were done with the confounding variables as covariables. The five «hemispherically lateralizing» variables remained significantly related to the side of the lesion when the effects of the potential confounding variables were partialled out.

Table 8. Interaction between the «hemispherically lateralizing» variables and the side of the lesion when controlling for potential confounding variables in ANCOVA.

Hemispherically lateralizing variables		r	p	F ANCOVA	p ANCOVA
Errors of commission on the RCF	Sub-cortical lesion	-0.526	< 0.001	8.28	0.006
	Presence versus absence of epilepsy	-0.299	0.033		
Total score on the RCF	Age at first symptom	0.415	0.003	3.01	0.090
	Number of years of schooling	0.436	0.002		
	Presence versus absence of neurological sequelae	0.282	0.047		
Left elements recalled on the RCF	Age at first symptom	0.361	0.009	4.83	0.033
	Gender	0.343	0.014		
	Number of years of schooling	0.448	0.001		
Errors of commission on the Verbal Fluency Test of the D-KEFS	Number of years of schooling	-0.343	0.014	3.78	0.058

Type of errors of commission as a potential confounding variable

Because 1) the variables that led to the best percentage of prediction of the side of the lesion were variables of errors of commission and because 2) the errors from commission related to the side of the lesion seemed different in nature and because 3) there were only three out of 7 measures of commission that were related significantly to the side of the lesion, we were interested in characterizing the errors of commission that could lead to a better prediction of the side of the lesion. We determined that there were three types of error of commission: errors of *intrusion* (or errors called “set-loss” on some tests) where an answer given by the participant does not fit with the criteria of the task or is not part of the stimuli of the task; *false positive* answers in tasks of recognition, mainly in memory tasks; and *perseveration* errors consisting of an answer already given by the participant (this type of error, when distinguishable, was not selected as an error of commission in this research because it was thought

likely to be caused by a misunderstanding of the rules, a lack of memory causing a repetition, etc.).

Composite scores were made by the addition of the errors of each type on the neuropsychological tests and were analyzed for the normality of the distributions and then transformed to reach normality when needed. Means for the right and left hemisphere lesioned participants were compared with t tests. We found that neither errors of intrusion ($t = -0.372$, $p = 0.712$), false positive ($t = 0.016$, $p = 0.988$) nor perseverations ($t = -1.66$, $p = 0.104$) were related to side of the lesion. However, the means of errors of intrusion and of perseveration were in the predicted direction. This could be a sign that the other task properties are more important than type of errors of commission as a good predictors of a right hemisphere lesion.

Case presentation

TP, Male, 15 years old, right handed. When TP was 2 years old, his parents found him unconscious. A scan revealed a choroid plexus papilloma. He was transferred to the hospital where a drain was installed. One week later, a resection of the tumor by a right temporal lobe approach was completed with success. A right temporo-parieto-occipital oedema was present following the operation. Since the operation, TP had seizures for which he was treated with Keppra. Because the seizures were pharmacoresistant, TP had a second surgery at the age of 15 which consisted of the resection of the right temporal lobe (see Figure 3). During his development, TP presented motor and language delays for which he was treated in speech therapy and in occupational therapy. Learning disabilities and behavior disorders were noted at school and several evaluations in psychology led to the prescription of a psychostimulant medication (Strattera), which helped control the behavioral problems.

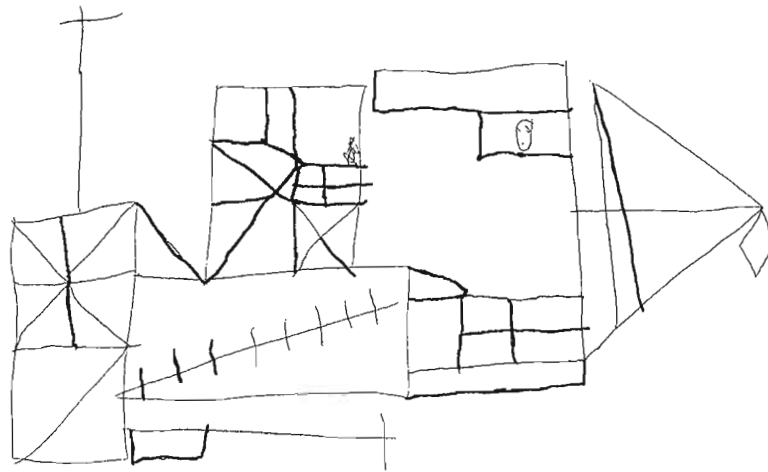


Figure 3. Coronal T2 images showing post-op resection cavity in the right temporal area after 2nd (epilepsy) surgery. Remote surgery was done for intraventricular choroid plexus tumor at age 2.

Repeated evaluations of his intellectual abilities showed a profile in the borderline range, constant from one evaluation to the other. He presented emotional lability, low tolerance of frustration, aggressiveness, weak judgment, difficulties with concentration, low motivation and lack of self-awareness. The last evaluation of his intellectual abilities with the WISC-IV showed that verbal comprehension, working memory and psychomotor speed were in the borderline range. Visuospatial reasoning was in the low average. He was in the borderline range on verbal memory tasks and on verbal fluency tasks.

In this study, TP was found to be especially commissive on the Rey Complex Figure (see Figure 4) where he was at 3.6 SD from the mean of the lesion groups combined and on the CVLT where he was in the low average on the commission error score and produced several intrusions.

Figure 4. Immediate recall of the Rey Complex Figure. The errors of commission, as determined in conjunction by two different judges, are outlined in thick traits by us. Note here that the global structure of the Figure is not respected as would be predicted by the local/global model of hemispheric specialization. However, it is not the case for the majority of the right hemisphere lesioned cases (see Figure 6), the presence of several errors of commission being even more striking and quantifiable. TP did not show a visuoconstructive deficit when he was asked to copy the Figure afterwards.



DT, Female, 20 years old, right handed. Case DT was first evaluated at the Hospital at 13 years old, after sustaining a mild traumatic brain injury while playing ice hockey. Following this accident, she had persistent headaches and they decided to do an MRI and found a focal abnormality in the right temporal lobe posteriorly located in the subcortical white matter underneath the adjacent cortex. This lesion was first thought to be an old scar from a previous infection, but two years later, the lesion had increased in size and the lesioned tissue was surgically excised. See Figure 5.

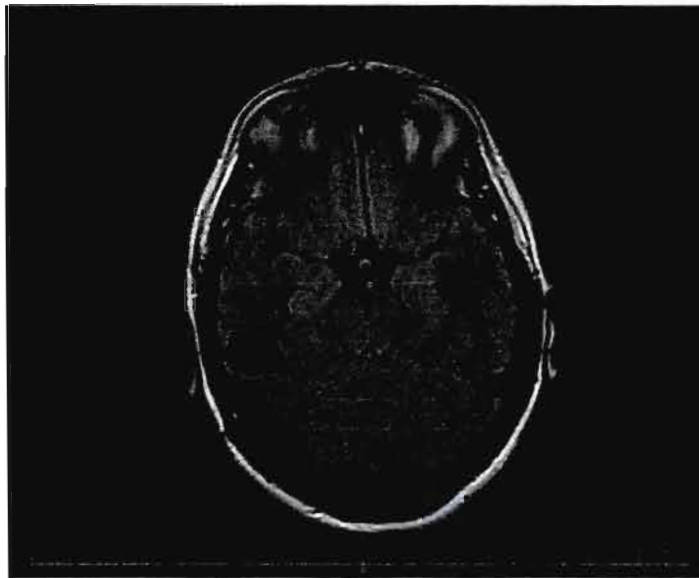


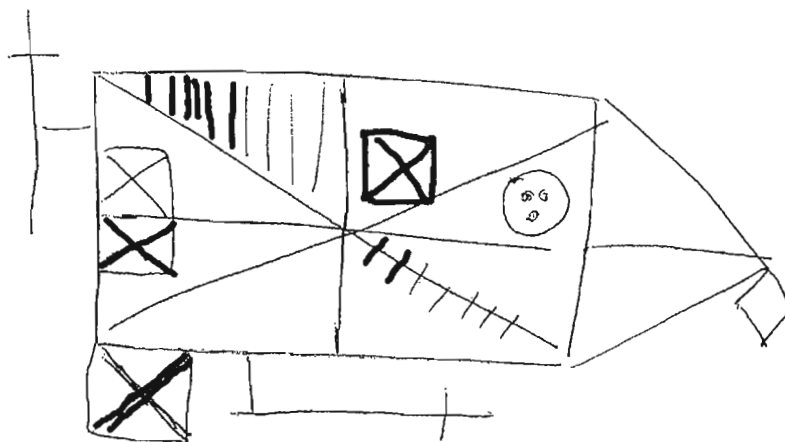
Figure 5. Axial flair images showing resection cavity in the right posterior temporal region.

Case DT has now finished her college degree and is beginning her university studies.

A neuropsychological evaluation was done when she was 17 years old. On a global intelligence scale, her performance was in the high average range, the verbal abilities being in the average and the visuospatial abilities being superior to the average. Her verbal and visuospatial memory was globally in the average range. Fluency and cognitive flexibility were normal in both verbal and visuospatial modalities.

In the present study, despite her good overall performance on all tests, DT presented a commissive tendency on the Rey Complex Figure where she was at 0.92 SD from the mean of the lesion groups combined. See figure 6.

Figure 6. Immediate recall of the Rey Complex Figure. The errors of commission, as determined in conjunction by two different judges are outlined in thick traits by us. Note here that the global configuration of the Figure is respected and that there is clear evidence of a bias towards errors of commission.



Discussion

First, it is important to see the results of the present study as exploratory in nature because there is a statistical limit inherent to the fact that several statistical analysis were done on the same small sample of participants. A Bonferoni correction could have been applied to the alpha treshold, but this measure would have been too severe ($p < 0.001$) and no results would have come out significant. This study proposes interesting measures for future research on hemispheric specialization.

In the present study, only five neuropsychological test measures were significantly modulated by lesion side: the total score of traits correctly drawn on the Rey Complex Figure, the total number of elements correctly drawn on the left side of the Rey Complex Figure recalled, the total number of errors of commission on the same test, the total number of errors of commission of the “rule breaking set-loss” type on

the Verbal Fluency Test of the D-KEFS and the total number of errors of commission on Kimura's Recurring Figures Test (replicating Kimura's 1963 findings).

Moreover, when the relation between the total correctly drawn traits score and the left side correctly drawn traits and the number of errors of commission on the Rey Complex Figure was analyzed, we discerned that the laterality effect on the first two variables could be better explained as a derivative of the third one. These findings taken in their totality thus clearly discredit the only variable that was concordant with the verbal versus visuospatial model and the only variable that was concordant with the hemisymptom model of hemispheric specialization in favor of the response bias model. It is however worthy of note that the right elements on the Rey Complex Figure were not related significantly to the side of the lesion. This is in accordance with the literature on hemineglect, right hemisphere lesioned patients tending to show more hemineglect than left hemisphere lesioned patients.

The fact that three measures of errors of commission, each from different neuropsychological tests, were significantly related to the side of lesion is an interesting result because, it is a type of error that has been neglected in neuropsychology which has always had a bias toward errors of omission. To date, few standard procedures of neuropsychological tests take errors of commission into account (ex: Verbal and Design Fluency Tests of the D-KEFS (Delis, Kaplan & Kramer, 2001). Errors of commission should be considered when developing a new neuropsychological tool.

Because most of the tasks used for this research did not have a standard procedure to count errors of commission, the scoring procedures were modified to favor errors of commission and score them. We decided to 1) change some of the standard ways of delivering the instructions (ex. we always asked the participant to search for more details), 2) we modified the procedure of some tasks (ex. eliminating the copy phase

of the RCF) and 3) we found a way of scoring errors of commission (ex. in the stories of the Children's Memory Scale where every added element was counted as one error of commission).

It is also worthy of note that, in the present study, not all the measures of commission on the neuropsychological tests were related to the side of the lesion. When separating the types of errors of commission into three categories (intrusion, false recognitions and perseverations), no specific pattern of lateralization was found, although errors of intrusion and of perseveration were in the predicted direction. It thus seems that other aspects of the tasks must be important in generating measures of commissiveness that are hemispherically specialized. The Rey Complex Figure was the measure that yielded the most interesting result. This is a task of free recall, where the subject was free to produce as many answers as desired and was even encouraged to do so in the procedure used in this research. With the standard implementation of Rey's Complex Figure, it pays to be commissive because there is no penalty for commissive guessing or for "taking chances". The Rey Complex Figure is also a very complex task where a ceiling effect is almost impossible. It is also the case for the errors of commission on the Verbal Fluency test of the D-KEFS where the answers produced by the participant are almost unlimited. On this task, one type of error of commission seemed not to be hemispherically specialized. Errors of commission that could be attributed to failure of release of proactive interference (Moscovitch, 1982) were not significantly related to the side of the lesion but rule-breaking errors of commission were lateralized. Interference errors of commission could be attributed to a lack of attention or to a certain confusion on the task, to be distinguished from rule-breaking errors which could be seen simply as an overproduction of answers.

Finally, in the case of the Kimura's Recurring Figures Test, some characteristics of the recognition task could explain its sensitivity to hemispheric specialization for errors of commission. This test is different from the other tests of recognition in that it may

be based on familiarity in opposition with memory from recollection (see Tulving & Schacter, 1990), the former being known to generate more false recognitions (Yonelinas, 2002). First, although this test is not submitted to strict limits of time, the procedure (one stimulus presented per 3 seconds) may encourage the participant to answer rapidly, which is known to be a factor that leads the participant to accept more distractors similar to the stimuli (Doshier, 1984). Second, the level of processing could be thought to be lower and more perceptual than in other recognition tasks because there is no semantic treatment or association learning to be made which could again lead to a higher rate of false recognitions of distractors (Toth, 1996). A third difference between the Kimura's Recurring Figures Test and other recognition procedures from memory tests used in the present study is that recognition is solicited immediately after the presentation of the stimuli in distinction from other recognition procedures comprising a longer delay (about 30 minutes). Research has shown that the longer the delay between the presentation of stimuli and recognition, the less we use a judgment of familiarity to complete the task (Hockley, 1992). Thus, on this task, the fact that the participants are more likely to use a judgment of familiarity could allow for a better measure of the response bias thereby better revealing hemispheric specialization.

Another interesting fact about the three measures of errors of commission that were related to lesion side is that two of them are the measures that generated the highest numbers of errors of commission, which could be a determinant factor in the sensitivity of the task to lesion side. There are thus some aspects of test procedure and of type of measure that could be modified and investigated in future to learn more about their impact on the efficiency of measures of errors of commission in determining lesion side.

In the case of the Rey Complex Figure, the results of the present study are promising for the development of a sensitive measure to effects of lateralization in clinical

practice because they are partially concordant with Loring's (1988) findings. To our knowledge, this is the only scoring procedure of the Rey Complex Figure which includes measures of errors of commission. It thus seems very promising to further develop a standardized scoring procedure of errors of commission on the Rey Complex Figure. In the present research, every additional detail, line or dot that was added and that could not be recognized as an element of the Figure was counted as one error of commission. This scoring procedure showed a weak but acceptable level of inter-rater reliability ($ICC = 0.661$). In the procedure used by Loring (1988), only additional lines in elements 1, 8 and 18 of the standard scoring were counted as errors of commission. More research is needed to develop an appropriate scoring procedure that would show the laterality effect and present a better inter-rater reliability than the one used for the present study.

Moreover, the significant effects of this study are observed in a group of participants who sustained a lesion in childhood and for whom the number of years elapsed between first symptom and time of testing is very long (mean of 11.65 years). It may thus have appeared surprising to observe any neuropsychological sequelae at all because it is still widely believed (Webb, Rose, Johnson & Attree, 1996) that the younger the brain at the time of insult, the greater potential for plasticity there is going to be, a rule known as the Kennard principle (Kennard, 1938). As an example of this principle, language functions can switch totally or partially from the left hemisphere to the right when a left hemisphere lesion occurs in childhood (Müller et al., 1999; Maetsu et al., 2004) and can also reorganize within the same hemisphere (Liégeois et al., 2004), outcomes which are rarely observed in adults.

The results of the present study do not support the Kennard principle for cognitive measures. These results, except for errors of commission, are more in accordance with the "early vulnerability" model (Hebb 1947;1949) which states that early lesions have a deleterious effect on abilities that are yet to develop. Another explanation of

this phenomenon is presented in Duval and colleagues (2008) who showed an “ anti-Kennard ” profile in IQ measures. These authors proposed that the main source of variance of this particular effect is the deleteriousness of compromised early schooling.

Indeed, in the present investigation, “ cognitive ” measures of the type developed by schooling manifested a significant “ anti-Kennard ” pattern. However, measures of commissiveness, which are more akin to a behavioral “ style ” than abstract mental abilities and are thus probably less dependent on school learning, presented no correlation at all with the age at first symptom. Loss of early schooling is very deleterious in that it compromises mental abilities intensely cultivated by early formal schooling.

With regard to hemispheric specialization, the results of the present investigation indicate that they are fixed at a very young age and are particularly stable and resistant. This partially refutes the theory of equipotentiality (Lenneberg, 1967) which states that both hemispheres have an equal potential at birth and that hemispheric specialization develops over time (Basser, 1962). Measures of commission seem to reflect a hemispheric specialization for a fundamental physiological mechanism that monitors the body’s energy expenses instead of representing a function that could be modulated culturally, compensated or reorganized within the brain. This lateralization of hemispheric control over body’s energy expenses is observed even in rodents where lesions to the right hemisphere increase sympathetic tone, produce an immunofacilitation and increase psychomotor tone (see Braun 2007 for a review).

References

- Akscoff, N.A. & Stiles, J. (1995). Developmental trends in visuospatial analysis and planning: II Memory for a complex figure. *Neuropsychology*, 9 (3), 378-389. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/journal/08944105>
- Alajouanine, T. & Lhermitte, F. (1965). Acquired aphasia in children. *Brain*, 88, 653-662. Retrieved from <http://brain.oxfordjournals.org/content/by/year>
- Anderson, V., Spencer-Smith, M., Leventer, R., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M. & Jacobs, R. (2009). Childhood brain insult: can age at insult help use predict outcome? *Brain*, 132, 45-56. doi: 10.1093/brain/awn293
- Bailey, M.J., Riddoch, J. & Crome, P. (2000). Evaluation of a test battery for hemineglect in elderly stroke patients for use by therapists in clinical practice. *NeuroRehabilitation*, 14(3), 139-150. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/1ktajdne1qhykemq/>
- Baldo, J.V., Shimamura, A.P., Delis, D.C., Kramer, J. & Kaplan, E. (2001). Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 586-596. doi: 10.1017/S1355617701755063
- Ballantyne, A.O., Spilkin, A.M. & Trauner, D.A. (2007). Language outcome after perinatal stroke: does side matter? *Child Neuropsychology*, 13, 494-509. doi: 10.1080/09297040601114878
- Basser, L.S. (1962). Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain*, 85, 427-460. doi: 10.1093/brain/85.3.427
- Binder, L. (1982). Constructional strategies on complex figure drawings after unilateral brain damage. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 51-58.
- Bohbot, V. D., Kalina, M., Stepankova, K., Spackova, N., Petrides, M. & Nadel, L. (1998). Spatial memory deficits in patients with lesions to the right hippocampus and to the right parahippocampal cortex. *Neuropsychologia*, 36(11), 1217-1238. doi:10.1016/S0028-3932(97)00161-9
- Bohbot, V.D., Lerch, J., Thorndyck, B., Iaria, G. & Zijdenbos, A.P. (2007). Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual navigation task. *The Journal of Neuroscience*, 27(38), 10078-10083. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1763-07.2007
- Bornstein, R. A. & Matarazzo, J. (1982). Wechsler VIQ versus PIQ differences in cerebral dysfunction: A literature review with emphasis on sex differences. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 319-334.
- Braun, C.M.J. (2007). Evolution of hemispheric specialisation of antagonistic systems of management of the body's energy resources. *Laterality : Asymmetries of body, brain and cognition*, 12(5), 397-427. doi: 10.1080/13576500701458875

- Braun, C.M.J., Archambault, M.A., Daigneault, S. & Larocque, C. (2000). Right body side performance decrement in congenitally dyslexic children and left body side performance decrement in congenitally hyperactive children. *Neuropsychiatry Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 13, 89-100. Retrieved from <http://journals.lww.com/cogbehavneurol/pages/default.aspx>
- Braun, C.M.J., Delisle, J., Rouleau, I. Guimond, A. & Daigneault, R. (2009). Post unilateral lesion response biases modulate memory: Crossed double dissociation of hemispheric specialisations. *Laterality : Asymmetries of body, brain and cognition*, 14(2), 122-164. doi : 10.1080/13576500802328613
- Braun, M., Weinrich, C., Finke, C., Ostendorf, F., Lehman, T.-N. & Ploner, C.J. (2011). Lesions affecting the right hippocampal formation differentially impair short-term memory of spatial and nonspatial associations. *Hippocampus*, 21, 309-318. doi : 10.1002/hipo.20752
- Broca, P. (1865). Du siège de la faculté du langage articulé. *Bulletin de la société d'anthropologie*, 6, 377-393.
- Cabeza, R. & Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1-47. doi:10.1162/08989290051137585
- Chapman, S.B., Max, J.E., Gamino, J.F., McGlothlin, J.H. & Cliff, S.N. (2003). Discourse plasticity in children after stroke: Age at injury and lesion effects. *Pediatric Neurology*, 29(1), 34-41. doi: 10.1016/S0887-8994(03)00012-2
- Chilosi, A.M., Cipriani, P., Bertuccelli, B., Pfanner, L. & Cioni, G. (2001). Early cognitive and communication development in children with focal brain lesions. *Journal of Child Neurology*, 16, 309-316. doi: 10.1177/088307380101600502
- Cohen, M. (1997). *Children's Memory Scale (CMS)*. San Antonio, TEX: The Psychological Corporation.
- Dax, G. (1865). Lésions de la moitié gauche de l'encéphale coïncidant avec l'oubli des signes de la pensée. *Gazette hebdomadaire de médecine et chirurgie*, 2, 256-262.
- Deary, I.J. (1993). Inspection time and WAIS-R IQ subtypes: A confirmatory factor analysis study. *Intelligence*, 17(2), 223-236. doi:10.1016/0160-2896(93)90029-5
- Delis, D.C. (2000). *California Verbal Learning Test (CVLT)*. San Antonio, TEX: Psychological Corporation.
- Delis, D.C., Kaplan, E. & Kramer, J.H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)*. San Antonio, TEX: Psychological Corporation.
- Delis, D.C., Kramer, J.H. & Kiefner, M.G. (1988). Visuospatial functioning before and after commissurotomy. Disconnection in hierarchical processing. *Archives of Neurology*, 45(4), 462-465. Retrieved from <http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/abstract/45/4/462>
- Delis, D.C., Robertson, L.C. & Efron, R. (1986). Hemispheric specialization of memory for visual hierarchical stimuli. *Neuropsychologia*, 24(2), 205-214. doi:10.1016/0028-3932(86)90053-9

- Denman, S.B. (1984). *Deanman Neuropsychological Memory Scale*, auto-publié.
- Dennis, M. (1998). Discourse in children with developmental disorder, early focal brain injury, or childhood acquired brain injury. *Brain & Language*, 61, 305-307. doi:10.1006/brln.1997.1881
- Dosher, B.A. (1984). Discriminating preexperimental (semantic) from learned (episodic) associations: A speed/accuracy study. *Cognitive Psychology*, 16(4), 519-555. doi: 10.1016/0010-0285(84)90019-7
- Duval, J., Braun, C.M.J., Montour-Proulx, I., Daigneault, S., Rouleau, I., Bégin, J. (2008). Brain lesions and IQ: Recovery versus decline depends on age of onset. *Journal of Child Neurology*, 23, 663-668. doi: 10.1177/0883073808314161
- Entus, A.K. (1977). *Hemispheric asymmetry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli by infants*. In Sigalowitz, S.J., Gruber, F.A. (Eds). *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press.
- Everts, R., Lidzba, K., Wilke, M., Kiefer, C., Mordasini, M., Schroth, G., Perrig, W. & Steinlin, M. (2009). Strengthening of laterality of verbal and visuospatial functions during childhood and adolescence. *Human Brain Mapping*, 30, 473-483. doi: 10.1002/hbm.20523
- Everts, R., Pavlovic, J., Kaufmann, F., Uhlenberg, B., Seidel, U., Nedeltchev, K., Perrig, W. & Steinlin, M. (2008). Cognitive functioning, behavior, and quality of life after stroke in childhood. *Child Neurology*, 14, 323-338. Doi: 10.1080/09297040701792383
- Feldman, H.M., Holland, A.L., Kemp, S.S. & Janosky, J.E. (1992). Language development after unilateral brain injury. *Brain & Language*, 42, 89-102. doi: 10.1016/0093-934X(92)90058-M
- Feldman, H.M. (1994). *Language development after early unilateral brain injury: A replication study*. Dans Tager-Flusberg, H. (Eds). *Constraints on language acquisition, studies of atypical children*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Frank, J. & Landeira-Fernandez, J. (2008). Comparison between two scoring systems of the Rey-Osterrieth complex figure in left and right temporal lobe epileptic patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 839-845. doi:10.1016/j.acn.2008.06.001
- Giovagnoli, A.R. & Avanzini, G. (1999). Learning and memory impairment in patients with temporal lobe epilepsy: Relation to the presence, type and location of brain lesion. *Epilepsia*, 40(7), 904-911. doi: 10.1111/j.1528-1157.1999.tb00797.x
- Godefroy, O., Roussel, M., Leclerc, X. & Leys, D. (2009). Deficit of episodic memory: anatomy and related patterns in stroke patients. *European Neurology*, 61(4), 223-229. doi: 10.1159/000197107
- Hecaen, H. (1976). Acquired aphasia in children and the ontogenesis of hemispheric specialisation. *Brain & Language*, 3, 114-134. doi:10.1016/0093-934X(76)90009-2

- Heaton, R.K., Grant, I., Anthony, W.Z. & Lehman, R.A.W. (1981). A comparison of clinical and automated interpretation of the Halstead-Reitan battery. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 3(2), 121-141.
- Hebb, D.O. (1947). The effects of early experience on problem solving at maturity. *American Psychologist*, 2, 737-745.
- Hebb, D.O. (1949). *The Organization of Behavior*. New York: McGraw-Hill.
- Heilman, K. M., Watson, R. T. & Valenstein, E. (1993). *Neglect and related disorders*. In K. M. Heilman & E. Valenstein (Eds.), *Clinical Neuropsychology*, 3rd ed. (pp. 279-336), New York: Oxford University Press.
- Hier, D.B., Mondlock, J. & Caplan, L.R. (1983). Recovery of behavioral abnormalities after right hemisphere stroke. *Neurology*, 33, 345-350. Retrieved from <http://www.neurology.org/>
- Hockley, W.E. (1992). Item versus associative information: Further comparisons of forgetting rates. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 18(6), 1321-1330. doi: 10.1037/0278-7393.18.6.1321
- Inglis, J., & Lawson, J. (1981). Sex differences in the effects of unilateral brain damage on intelligence. *Science*, 212, 693-695. doi: 10.1126/science.7221560
- Iverson, G.L., Mendrek, A. & Adams, R. (2004). The persistent belief that VIQ-PIQ splits suggest lateralized brain damage. *Applied Neuropsychology*, 11(2), 85-90. doi: 10.1207/s15324826an1102_3
- Johnson, B.W., McKenzie, K.J. & Hamm, J.P. (2002). Cerebral asymmetry for mental rotation: effects of response hand, handedness and gender. *Neuroreport*, 13(15), 1929-1932. Retrieved from <http://journals.lww.com/neuroreport/toc/2002/10280>
- Jones-Gotman, M. (1986). Memory for designs : The hippocampal contribution. *Neuropsychologia*, 24(2), 193-203. doi:10.1016/0028-3932(86)90052-7
- Jones-Gotman, M., Zatorre, R.J., Olivier, A., Andermann, F., Cendes, F., Staunton, H., McMackin, D., Siegel, A.M. & Wieser, H.G. (1997). Learning and retention of words and designs following excision from medial or lateral temporal-lobe structures. *Neuropsychologia*, 35, 963-973. doi: 10.1016/S0028-3932(97)00024-9
- Kaplan, E. (1988). *A Process Approach to Neuropsychological Assessment*. In T. Boll & B. K. Bryant (Eds.), *Clinical Neuropsychology and Brain Function: Research, Measurement, and Practice*. Washington, DC. American Psychological Association.
- Kaplan, E., Fein, D., Kramer, J., Delis, D. & Morris, R. (1999). *The WISC-III as a Process Instrument*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Kaplan, E., Fein, D., Morris, R. & Delis, D. (1991). *The WAIS-R as a Neuropsychological Instrument*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Kennard, M.A. (1938). Reorganisation of motor function in the cerebral cortex of monkeys deprived of motor and premotor areas in infancy. *Journal of Neurophysiology*, 1, 477-496. Retrieved from <http://jn.physiology.org>

- Kessels, R.P., Jaap Kappelle, L., de Haan, E.H. & Postma, A. (2002). Lateralization of spatial-memory processes: evidence on spatial span, maze learning, and memory for object locations. *Neuropsychologia*, 40(8), 1465-1473. doi: 10.1016/S0028-3932(01)00199-3
- Kimura, D. (1963). Right temporal lobe damage. *Archives of Neurology*, 8 (3), 264-271. Retrieved from <http://archneur.ama-assn.org/cgi/reprint/8/3/264>
- Kinsbourne, M. (1987). *Mechanism of unilateral neglect*. Dans: Jeannerod, M. (Eds.). *Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect*. Amsterdam: North Holland.
- Klatsky, R.L. (1970). Interhemispheric of test stimulus representations in memory scanning. *Psychonomic Science*, 21, 201-203. Retrieved from http://www.periodicals.com/html/ihp_e.html?ep05834
- Kneebone, A.C., Lee, G., Wade, L. T. & Loring, D. W. (2007). Rey complex figure: Figural and spatial memory before and after temporal lobectomy for intractable epilepsy. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(4), 664-671. doi: 10.1017/S1355617707070828
- Knight, J.A. & Kaplan, E. (2004). *The Handbook of Rey-Osterrieth Complex Figure Usage: Clinical and Research Applications*. Psychological assessment resources: Lutz.
- Kolb, B. & Whishaw, I.Q. (1990). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. W.H. Freeman and Company: New York..
- Kolk, A. & Talvik, T. (2000). Cognitive outcome of children with early onset hemiparesis. *Journal of Child Neurology*, 15, 581-587. doi: 10.1177/088307380001500903
- Landis, J.R. & Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. Retrieved from <http://www.biometrics.tibs.org>
- Lamb, M.R. & Robertson, L.C. (1988). The processing of hierarchical stimuli: effects of retinal locus, locational uncertainty, and stimulus identity. *Perception Psychophysics*, 44(2), 172-181. Retrieved from <http://www.psychonomic.org/backissues/8416/pp/vol44-2/PDFs/pp-44-172.pdf>
- Lamb, M.R., Robertson, L.C. & Knight, R.T. (1989). Attention and interference in the processing of global and local information: effects of unilateral temporal-parietal junction lesions. *Neuropsychologia*, 27(4), 471-483. doi: 10.1016/0028-3932(89)90052-3
- Lambrey, S., Amorim, M.-A., Samson, S., Noulhiane, M., Hasboun, D., Dupont, S., Baulac, M. & Berthoz, A. (2008). Distinct visual perspective-taking strategies involve the left and right medial temporal lobe structures differently. *Brain*, 131, 523-534. doi: 10.1093/brain/awm317
- Lansing, A.E., Max, J.E., Delis, D.C., Fox, P.T., Lancaster, J., Manes, F.F. & Schatz, A. (2004). Verbal learning and memory after childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(5), 742-752. doi: 10.1017/S1355617704105122

- Lecours, A.R., Lupien, S. & Parente, M.A. (1989). Visual attention in left sylvian strokes. *Journal of Neurolinguistics*, 4(2), 255-271. doi: 10.1016/0911-6044(89)90017-1
- Lenneberg, E. (1967). *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley.
- Lidzba, K., Staudt, M., Wilke, M. & Krägeloh-Mann, I. (2006). Visuospatial deficits in patients with early left-hemispheric lesions and functional reorganization of language: Consequence of lesion or reorganisation? *Neuropsychologia*, 44(7), 1088-1094. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.10.022
- Lee, T.M.C., Yip, J.T.H. & Jones-Gotman, M. (2002). Memory deficits after resection from left and right anterior temporal lobe in humans: a meta-analytic review. *Epilepsia*, 43, 283-291. doi: 10.1046/j.1528-1157.2002.09901.x
- Liégeois, F., Connely, A., Cross, J.H., Boyd, S.G., Gadian, D.G., Vargha-Khadem, F. & Baldeweg, T. (2004). Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere: an fMRI study. *Brain*, 127(6), 1229-1236. doi: 10.1093/brain/awh159
- Loring, D.W. (1988). Revising the Rey-Osterrieth : Rating right hemisphere recall. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 3(3), 239-247. doi: 10.1016/0887-6177(88)90017-0
- Luria, A.R. (1980). *Higher Cortical Functions in Man*. New York : basic books.
- Maetsù, F., Saldana, C., Amo, C., Gonzalez-Hidalgo, M., Fernandez, A., Fernandez, S., Mata, P., Papanicolaou, A. & Ortiz, T. (2004). Can small lesions induce language reorganisation as large lesions do? *Brain & Language*, 89, 433-438. doi: 10.1016/j.bandl.2004.01.002
- Maguire, E.A., Gadian, D.G., Johnsrude, I.S., Good, C.D., Ashburner, J., Frackowiak, R.S.J. & Frith, C.D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(8), 4398-4403. doi: 10.1073/pnas.070039597
- Majdan, A., Sziklas, V. & Jones-Gotman, M. (1996). Performance of healthy subjects and patients with resection from the anterior temporal lobe on matched tests of verbal and visuo-perceptual learning. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18, 416-430. doi: 10.1080/01688639608408998
- Mariotti, P., Luvone, L., Torriolo, M.G. & Silveri, M.C. (1998). Linguistic and non-linguistic abilities in a patient with early left hemispherectomy. *Neuropsychologia*, 36(12), 1303-1312. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00031-1
- Max, J.E. (2004). Effect of side of lesion on neuropsychological performance in childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(5), 698-708. doi: 10.1017/S1355617704105092
- McFie, J. & Zangwill, O.L. (1960). Visual construction disabilities associated with lesions of the left cerebral hemisphere. *Brain*, 83, 243-260. doi: 10.1093/brain/83.2.243
- Mesulam, M.-M. (1998). From sensation and cognition. *Brain*, 121(6), 1013-1052. doi : 10.1093/brain/121.6.1013

- Milner, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man. *Neuropsychologia*, 6, 191-209. doi: 10.1016/0028-3932(68)90019-5
- McDermid Vaz, S.A. (2004). Nonverbal memory functioning following right anterior temporal lobectomy: A meta-analytic review. *Seizure*, 13, 446-452. doi: 10.1016/j.seizure.2003.12.004
- McFie, J. (1961). Intellectual impairment in children with localised post-infantile cerebral lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 24, 361-365. doi: 10.1136/jnnp.24.4.361
- Molfese, D.L. & Molfese, V.J. (1980). Cortical responses of preterm infants to phonetic and nonphonetic speech stimuli. *Developmental Psychology*, 16, 574-581. doi: 10.1037/0012-1649.16.6.574
- Moore, P.M. & Baker, G.A. (1992). Validation of the Wechsler Memory Scale-Revised in a sample of people with intractable temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 37, 1215-1220. doi: 10.1111/j.1528-1157.1996.tb00556.x
- Moscovitch, M. (1973). *Language and the Cerebral Hemispheres: Reaction Time Studies and Their Implications for Models of Cerebral Dominance*. In P. Pliner et al. (Eds.) *Communication and affect : Language and thought*, New York: Academic Press.
- Moscovitch, M. (1982). *Multiple Dissociations of Functions in Amnesia*. In Cermak L. (Eds.). *Human Memory and Amnesia*. New Jersey: Earlbaum.
- Moscovitch, M., & Winocur, G. (1995). Frontal lobes, memory, and aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 769, 119-150. doi : 10.1111/j.1749-6632.1995.tb38135.x
- Mort, D.J., Malhotra, P., Mannan, S.K., Rorden, C., Pambakian, A., Kennard, C. & Husain, M. (2003). The anatomy of visual neglect. *Brain*, 126 (9), 1986-1997. doi: 10.1093/brain/awg200
- Müller, R.A., Rothermel, R.D., Behen, M.E., Muzik, O., Chakraborty, P.K. & Chugani, H.T. (1999). Language organization in patients with early and late left hemisphere lesion: A PET study. *Neuropsychologia*, 37, 345-357. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00109-2
- Nass, R. (1997). Language development in children with congenital strokes. *Seminars in Pediatric Neurology*, 4(2), 109-116. doi: 10.1016/S1071-9091(97)80027-7
- Naugle, R.I., Chelune, G.J., Cheek, R., Luders, H. & Awad, I.A. (1993). Detection of changes in material-specific memory following temporal lobectomy using the Wechsler Memory Scale-Revised. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 8, 381-395. doi: 10.1016/0887-6177(93)90002-I
- Ogden, J.A. (1985). Anterior-posterior interhemispheric differences in the loci of the lesion producing visual hemineglect. *Brain & Cognition*, 4(1), 59-75. doi: 10.1016/0278-2626(85)90054-5
- Oztekin, I., Curtis, C.E., & McElree, B. (2009). The medial temporal lobe and the left inferior prefrontal cortex jointly support interference resolution in verbal working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1967-1979. doi: 10.1162/jocn.2008.21146

- Pereira, A.G., Portuguese, M.W., da Costa, D.I., Azambuja, L.S., Marroni, S.P., da Costa, J.C. & Pereira-Filho, A.A. (2011). Route learning performance: Is it a hippocampus function? *Cognitive and Behavioral Neurology*, 24(1), 4-10. doi: 10.1097/WNN.0b013e318218c3d6
- Perfetti, C.A. & Frishkoff, G.A. (2008). *The Neural Bases of Text and Discourse Processing*. In B. Stemmer & H.A. Whitaker (Eds.). Handbook of the neuroscience of language. New York: Elsevier Academic Press.
- Piguet, O., Saling, M.M., O'Shea, M.F., Berkovic 7 Bladin, P.F. (1994). Rey figure distortions reflect nonverbal recall differences between right and left foci in unilateral temporal lobe epilepsy. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9(5), 451-460. doi: 10.1016/0887-6177(94)90007-8
- Rapport, L.J., Dutra, R.L., Webster, J.S., Charter, R. & Morril, B. (1995). Hemispatial deficits on the Rey-Osterrieth complex figure drawing. *The Clinical Neuropsychologist*, 9(2), 169-179. doi 10.1080/13854049508401599
- Rapport, L.J., Farchione, T.J., Duua, R.L., Webster, J.S. & Charter, R.A. (1996). Measures of hemi-inattention on the rey figure copy for the Lezak-Osterrieth scoring method. *The Clinical Neuropsychologist*, 10(4), 450-454. doi: 10.1080/13854049608406705
- Raz, S., Foster, M.S., Briggs, S.D. & Shah, F. (1994). Lateralization of perinatalcerebral insult and cognitive assymetry : Evidence from neuroimaging. *Neuropsychology*, 8, 160-170. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com>
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 215-285.
- Ricci, D., Mercuri, E., Barnett, A., Rathbone, R., Cota, F., Haataja, L., Rutherford, M., Dubowitz, L. & Cowan, F. (2007). Cognitive outcome at early school age in term-born children with perinatally acquired middle cerebral artery territory infarction. *Stroke*, 39, 403-410. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.489831
- Riva, D. & Cazzaniga, L. (1986). Late effects of unilateral brain lesions sustained before and after age one. *Neuropsychologia*, 24(3), 423-428. doi: 10.1016/0028-3932(86)90029-1
- Rixecker, H. & Hartje, W. (1980). Kimura's Recurring Figures Test : A normative study. *Journal of Clinical Psychology*, 36(2), 465-467. Retrieved from [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-4679](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-4679)
- Robertson, L.C., Lamb, M.R. & Knight, R.T. (1988). Effects of lesions of temporal-parietal junction on perceptual and attentional processing in humans. *Journal of Neuroscience*, 8(10), 3757-3769. Retrieved from <http://www.jneurosci.org/cgi/content/short/8/10/3757>
- Roe, K., Moses, P. & Stiles, J. (1999). Lateralization of spatial processes in school aged children. *Journal of Cognitive Neuroscience*. (Suppl.), 41. Retrieved from http://cognet.mit.edu/library/conferences/paper?paper_id=3401
- Russel, E.W. (1995). The Accuracy of Automated and Clinical Detection of Brain damage and Lateralization in Neuropsychology. *Neuropsychology Review*, 5(1), 1-68. doi: 10.1007/BF02214929

- Saling, M.M., Berkovic, S.F., O'shea, M.F., Kalnins, R.M., Darby, D.G. & Bladin, P.F. (1993). Lateralization of verbal memory and unilateral hippocampal sclerosis: Evidence of task-specific effects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15(4), 608-618. doi: 10.1080/01688639308402582
- Satz, P., Strauss, E., Hunter, M. & Wada, J. (1994). Re-examination of the crowding hypothesis: Effect of age of onset. *Neuropsychology*, 8(2), 255-262. Retrieved from www.sciencedirect.com
- Schatz, A.M., Ballantyne, A.O. & Trauner, D.A. (2000). A hierarchical analysis of block design errors in children with early focal brain damage. *Developmental Neuropsychology*, 17(1), 75-83. doi: 10.1207/S15326942DN1701_05
- Schatz, J., Craft, S., Koby, M. & DeBaun, MR. (2004). Asymmetries in visual-spatial processing following childhood stroke. *Neuropsychology*, 18, 340-352. doi: 10.1037/0894-4105.18.2.340
- Schouten, E.A., Schiemanck, S.K., Brand, N. & Post, M.W. (2009). Long-term deficits in episodic memory after ischemic stroke: evaluation and prediction of verbal and visual memory performance based on lesion characteristics. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Disease*, 18(2), 128-138. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2008.09.017
- Seamon, J.G. (1974). *Coding and Retrieval Processes and the Hemispheres of the Brain*. In S.G. Dimond & J.G. Beaumont (Eds.), *Hemisphere function in the human brain*. New York, Wiley.
- Sears, J.D., Hirt, M.L., Hall, R.W. (1984). A Cross-Validation of the Luria-Nebraska Neuropsychological Battery. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52(2), 309-310. doi: 10.1037/0022-006X.52.2.309
- Segalowitz, S.J. & Chapman, J.S. (1980). Cerebral asymmetry for speech in neonates: A behavioral measure. *Brain & Language*, 9(2), 281-288. doi: 10.1016/0093-934X(80)90147-9
- Spiers, H.J., Burgess, N., Maguire, E.A., Baxendale, S.A., Hartley, T., Thompson, P.J., O'Keefe, J. (2001). Unilateral temporal lobectomy patients show lateralized topographical and episodic memory deficits in a virtual town. *Brain*, 124(12), 2476-2489. doi: 10.1093/brain/124.12.2476.
- Stiles, J., Stern, C., Appelbaum, M., Nass, R., Trauner, D. & Hesselink, J. (2008). Effects of early focal brain injury on memory for visuospatial patterns: selective deficits of local-global processing. *Neuropsychology*, 22(1), 61-73. doi: 10.1037/0894-4105.22.1.61
- Stiles, J., Trauner, D., Engel, M. & Nass, R. (1996). The development of drawing in children with congenital focal brain injury: evidence for limited functional recovery. *Neuropsychologia*, 35(3), 299-312. doi: 10.1016/S0028-3932(96)00088-7
- Stone, S.P., Wilson, B., Wroot, A., Halligan, P.W., Lange, L.S. & Marshall, J.C. (1991). The assessment of visuo-spatial neglect after acute stroke. *Journal of*

- Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 54, 345-350. doi: 10.1136/jnnp.54.4.345
- Strauss, E. & Verity, C. (1983). Effect of hemispherectomy in infantile hemiplegics. *Brain & Language*, 20(1), 1-11. doi: 10.1016/0093-934X(83)90027-5
- Stuss, D.T., Alexander, M.P., Hamer, L., Palumbo, C., Dempster, R., Binns, M., Levine, B. & Izukawa, D. (1998). The effects of focal anterior and posterior brain lesions on verbal fluency. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(3), 265-278. Retrieved from <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=49315>
- Szczepanski, S.M., Konen, C.S. & Kastner, S. (2010). Mechanisms of spatial attention control in frontal and parietal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 30(1), 148-160. doi : 10.1523/JNEUROSCI.3862-09.2010
- Teuber, H.L (1974). *Why two brains ?* In Schmitt, F., Worden, F. (Eds.) *The neurosciences : Third study program*. Cambridge : MIT press.
- Thal, D., Marchman, V., Stiles, J., Aram, D., Trauner, D., Nass, R. & Bates, E. (1991). Early lexical development in children with focal brain injury. *Brain & Language*, 40(4), 491-537. doi: 10.1016/0093-934X(91)90145-Q
- Toth, J. P. (1996). Conceptual automaticity in recognition memory : Levels-of-processing effects on familiarity. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50(1), 123-138. doi : 10.1037/1196-1961.50.1.123
- Tulving, E. & Schacter, D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247 (4940), 301-306. doi: 10.1126/science.2296719
- Turkowitz, G. (1977). The development of lateral differentiation in the human infant. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 213-221. doi: 10.1111/j.1749-6632.1977.tb41918.x
- Vallar, G. (1993). *The Anatomical Basis of Spatial Hemi-neglect in Humans*. In I.H. Robertson & J.C. Marshall (Eds.), *Unilateral neglect: Clinical and experimental studies*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vanlancker-Sidtis, D. (2004). When only the right hemisphere is left: Studies in language and communication. *Brain & Language*, 91, 199-211. doi: 10.1016/j.bandl.2004.02.006
- Vargha-Khadem, F. & Corballis, M.C. (1979). Cerebral asymmetry in infants. *Brain & Language*, 8(1), 1-9. doi:10.1016/0093-934X(79)90034-8
- Vargha-Khadem, F., Isaacs, E., Van der Werf, S., Robb, S. & Wilson, J. (1991). Development of intelligence and memory in children with hemiplegic cerebral palsy : The deleterious consequences of early seizures. *Brain*, 115(1), 315-329. doi: 10.1093/brain/115.1.315
- Vargha-Khadem, F., Isaacs, E. & Muter, V. (1994). A review of cognitive outcome after unilateral lesions sustained during childhood. *Child Neurology*, 9 (Suppl), 2S67-2S73. doi: 10.1177/0883073894009002101
- Vikingstad, E.M., Cao, Y., Thomas, A.J., Johnson, A.F., Malik, G.M. & Welch, K.M. (2000). Language hemispheric dominance in patients with congenital lesions of

- eloquent brain. *Neurosurgery*, 47, 562-570. Retrieved from <http://journals.lww.com/neurosurgery/pages/default.aspx>
- Vilkki, J.S., Juvela, S., Siironen, J., Ilvonen, T., Varis, J. & Porras, M. (2004). Relationship of local infarctions to cognitive and psychosocial impairments after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery*, 55(4), 790-802. Retrieved from <http://journals.lww.com/neurosurgery/pages/default.aspx>
- Vogel, J.J., Bowers, C.A., Vogel, D.S. (2003). Cerebral lateralization of spatial abilities: a meta-analysis. *Brain & Cognition*, 52(2), 197-204. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00056-3
- Wada, J.A., Clarke, R. & Hamm, A. (1975). Cerebral hemispheric assymetry in humans. *Archives of Neurology*, 32(4), 239-246. Retrieved from: <http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/abstract/32/4/239>
- Webb, C., Rose, F.D., Johnson, D.A., & Attree, E.A. (1996). Age and recovery from brain injury: Clinical opinions and experimental evidence. *Brain Injury*, 10, 303-310. doi: 10.1080/026990596124476
- Westmacott, R., MacGregor, D., Askalan, R. & deVeber, G. (2009). Late emergence of cognitive deficits after unilateral neonatal stroke. *Stroke*, 40, 2012-2019. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.533976
- Wilde, N., Strauss, E., Chelune, G.J., Loring, D.W., Martin, R.C., Hermann, B.P., Sherman, E. & Hunter, M. (2001). WMS-III performance in patients with temporal lobe epilepsy: group differences and individual classification. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 881-891. Retrieved from <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=9277>
- Witelson, S.F. & Pallie, W. (1973). Left hemisphere specialization for language in the new-born: neuroanatomical evidence of assymetry. *Brain*, 88, 653-662, doi: 10.1093/brain/96.3.641
- Woods, B.T. & Teuber, H.L. (1973). Early onset of complementary specialisation of the cerebral hemispheres in man. *Transactions of the Neurological Association*, 98, 113-117.
- Woods, B.T. & Teuber, H.L. (1978). Changing patterns of childhood aphasia. *Annals of Neurology*, 3, 273-280. doi: 10.1002/ana.410030315
- Woods, B.T. & Carey, S. (2004). Language deficits after apparent clinical recovery from childhood aphasia. *Annals of Neurology*, 6(5), 405-409. doi : 10.1002/ana.410060505
- Yonelinas, A.P. (2002). The nature of recollection and familiarity : A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441-517. doi : 10.1006/jmla.2002.2864
- Zarit, S.H. & Kahn, R.L. (1974). Impairment and adaptation in chronic disabilities : spatial inattention. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 159, 63-72. doi : 10.1097/00005053-197407000-00005

4.2 Crossed dissociation of errors of omission and of commission as a function of hemisphere lesioned on tasks of complex executive functions.

By Anik Guimond, M.Ps, Claude M.J. Braun, Ph.D., Sylvie Daigneault, Ph.D., Jean-Pierre Farmer, M.D., and Sabrina Suffren, MA.

Running head : Response bias and unilateral brain lesions

Key words : Response bias, hemispheric specialization, multitasking, psychic tonus, errors of commission, errors of omission, frontal lobes, executive functions.

Submitted to : Neuropsychologia

First version :

May 23rd 2011

Corresponding author:
Claude M.J. Braun, PhD,
Professeur titulaire,
Centre de Neurosciences Cognitives
UQAM, C.P 8888, Succ. Centre-Ville
Montréal, Québec, Canada, H3C 3P8
Téléphone: 514-987-3000 (4814)
FAX: 514-987-8952
email: Braun.Claude@UQAM.CA
URL: <http://www.er.uqam.ca/nobel/r31210/home.html>

Abstract

Studies of lesioned patients, tachistoscopic half field studies, and functional imaging studies have shown that the right hemisphere presents an omissive response bias and the left hemisphere a commissive response bias. The purpose of the present study was to test these hemispheric response biases on a task known to generate many errors of omission and of commission which is a computerized executive functions multitask procedure called RLAS. Sixteen teenager and adult participants with left hemisphere lesions and fourteen with right hemisphere lesions, all with childhood onset, were recruited at the Montreal Children's Hospital. The expected crossed double dissociation of response bias as a function of lesion side was clearly demonstrated on this task. Two representative cases, one omissive and one commissive, are presented.

Introduction

Tachistoscopic stimulation of the half fields could, in principle, be informative with regard to response biases of the brain hemispheres. To our knowledge, four such studies have reported asymmetries of omission errors, all with more errors with left visual field stimulation than right visual field stimulation (Berger, Perret & Zimmermann, 1987; Braun, Achim, Charron & Côté, 1998; Braun et al., 1994; Waldie & Mosley, 2000). Significantly more errors of commission followed stimulation of the right visual field than left in the studies of Laeng, Overvoll & Steinsvik (2007) and Axelrod, Leiber & Noonan (1978). The results reported above were serendipitous: the authors were not aware of each other's findings. This is because studies using tachistoscopic stimulation of the half visual fields have never been designed to demonstrate hemispheric specialization for these particular response biases, as far as we know.

Biases of rates of omission errors and of errors of commission have also been studied with unilaterally brain lesioned patients. In two Go/NoGo studies, right hemisphere lesioned patients made a greater number of errors of commission than did the left hemisphere lesioned patients (Drewe, 1975; Mizuno, Kato, Sartori, Okawara & Kashima, 1997). Kimura (1963) found in a visual recognition task that right temporal lobectomized patients made significantly more errors of commission than left temporal lobectomized patients. Errors of omission followed left hemisphere lesions and of commission right hemisphere lesions, significantly, in frontal lobe lesioned patients (Conway & Fthenaki, 2003; Moran, Seidenberg, Sabsevitz, Swanson & Hermann, 2005; Rapcsak et al., 2001), and in patients presenting a lesion anywhere in the hemisphere (Bellamy & Shillcock, 2007; Riege, Klane, Metter & Hanson, 1982). Some case report studies have also described a high prevalence of false recognition following a right frontal lesion (Schacter, Curran, Galluccio, Milberg & Bates, 1996; Curran, Schacter, Norman & Galluccio, 1997; Rapcsak, Polster, Comer & Rubens,

1994; Rapcsak, Polster, Glisky & Comer, 1996). One problem with the anatomical method is that it is not clear whether the symptoms studied are attributable to the injured brain tissue (errors of omission could be a direct effect of tissue loss), of perilesional release (errors of commission could be emanating from irritated tissue near the lesion) or contralesional release (errors of commission could be emanating from tissue in the intact hemisphere freed from inhibition normally provided by the now damaged hemisphere).

Another method can help tease out some of these eventualities, namely functional imaging. With regard to response bias, one particularly interesting corpus is event-related fMRI studies of the Go/NoGo paradigm. The task is always a simple perceptual discrimination task comprising stimuli to which participants are required to commit a response (go trial) and other stimuli requiring inhibition of a response (NoGo trials). Four such studies obtained a crossed double dissociation (hemisphere X response type). All four reported right hemisphere activation on NoGo trials and left hemisphere activation on Go trials (Kawashima et al., 1996; Kiehl, Liddle & Hopfinger, 2000; Mostofsky et al., 2003; Rubia, Smith, Brammer & Taylor, 2001). The double dissociation of asymmetry is not observed solely in prefrontal areas. The effect is also observed in cingulate cortex (Kawashima et al., 1996), in parietal cortex (Kawashima et al., 1996), in temporal cortex (Kawashima et al., 1996; Rubia et al., 2001), in premotor cortex (Kiehl et al., 2000; Mostofsky et al., 2003) and in occipital cortex (Kiehl et al., 2000).

Of course, tachistoscopic and anatomoclinical findings regarding hemispheric specialization of response bias have dealt only with *errors* of omission and of commission, and functional imaging of these specific phenomena would be even more relevant to this issue of frank response bias and to the rest of the relevant literature.

As far as we could determine however, only errors of commission have been functionally imaged, not errors of omission. Six studies reported significant asymmetry of activation immediately following errors of commission. Of these, four found a greater left activation and two found a greater right activation. Again, the effects were not always in the frontal lobes. A left lateral frontal activation was reported by Kiehl et al. (2000). A left inferior middle frontal activation was reported by Garavan, Ross, Murphy, Roche & Stern (2002). However, all of the other asymmetries reported were outside the frontal lobes. Fassbender et al (2004) reported a left inferior parietal activation. Fitzgerald et al. (2010) reported a left anterior insula and basal ganglia activation. Garavan et al. (2002) reported left postcentral inferior parietal and middle temporal gyrus activations. As for the minority findings of a right locus, it was inferior parietal in one study (Hester, Fassbender & Garavan, 2004) and anterior cingulate in the other (Hester, Barre, Mattingley, Foxe & Garavan, 2007).

Thus, the findings from each method, tachistoscropy, anatomoclinical and functional imaging, can be explained with one and only model: the normal left hemisphere is commissive, the right omissive, and the lesion effects on response bias are due to contralesional release.

The studies reviewed above comprise limitations which restrain the conclusions that can be drawn about hemispheric specialization of response bias. The first limitation is that most of these studies were not designed to test response bias such that the number of errors of omission and of commission tallied has generally been too small to reach a good level of power. This issue is of particularly great importance in the exploitation of error rates on cognitive tasks to test theoretical hypotheses. Indeed, not any type of error lends itself to the exercise. Errors due to complete inability of a participant to understand the task would be a nuisance. Some errors, in tachistoscropy for example, can be due to an eye-blink, loss of motivation, a cough, fatigue, etc. These errors are not relevant to hemispheric specialization and consist of noise in

that context. In short, it is of paramount importance in the theoretically inspired investigation of errors of omission and of commission to gather normally distributed error rates with reasonably low variance. Many of the studies cited have tallied only one type of error and not the other. Another limitation of past research on response bias is that the authors generally took for granted that the dissociation of types of errors depends strongly on frontal lobe function. For example, anatomoclinical studies on response bias most often included only frontal lobe lesioned patients. Functional imaging studies typically presented their outlook as a frontal lobe “issue” even though many results indicate otherwise. The cognitive and behavioral modalities of hemispheric specialization for response bias remain confined to specific mental functions. For example, tachistoscopic studies have focussed mostly on perceptual discrimination, anatomoclinical studies on memory and functional imaging on very simple Go/NoGo and stop tasks. High order executive functions have not yet been studied to determine whether they might also manifest hemispherically specialized response bias.

The energetic model of hemispheric specialization

Since 1993, Braun and colleagues have been developing a new model of hemispheric specialization termed “psychic tonus” or more recently “energetic” model. In their reviews of previously published cases of unilateral cerebral lesioned patients presenting with positive or negative psychiatric symptoms, they found that right hemisphere lesioned patients presented more often with psychomotor agitation (Braun, Larocque, Daigneault & Montour-Proulx, 1999; Braun, Daigneault, Gaudet & Guimond, 2008), hyperlalia (Braun, Dumont, Duval, & Hamel-Hébert, 2004; Braun, Daigneault, Gaudet & Guimond, 2008), hypersexuality (Braun, Dumont, Duval, Hamel & Godbout, 2003; Braun, Daigneault, Gaudet & Guimond, 2008), visual hallucinations and palinopia (Braun & Guimond, 2008), somatoparaphrenia

(Braun, Desjardins, Gaudet, & Guimond, 2007), auditory hallucinations (Braun, Duval & Guimond, 2005), paramnesia (Braun, Delisle, Guimond & Daigneault, 2009) and delusions (Braun & Suffren, 2010). In contrast, left hemisphere lesioned patients present more often with psychomotor lethargy (Braun, Larocque, Daigneault & Montour-Proulx, 1999), hypolalia (Braun et al., 2004), hyposexuality (Braun et al., 2003), loss of visual imagery (Braun & Guimond, 2008), autotopagnosia (Braun et al., 2007) and global amnesia (Braun et al., 2009). Based on this research and on several studies found in the literature on brain lesioned animals (including with regard to hemispheric specialisation of immune function), Braun (2007) developed a theoretical model of hemispheric specialization which he termed “psychic tonus”. This model postulates that a right hemisphere lesion releases the left hemisphere which is an activator or energy spender whereas a lesion to the left hemisphere releases the right hemisphere which is an inhibitor, a conserver of energy resources (Braun, 2007).

Using multiple case analysis, Braun and colleagues demonstrated that errors of commission are significantly more likely to occur on memory tasks following a lesion of the right hemisphere and errors of omission are significantly more likely to occur on memory tasks following a left hemisphere lesion (Braun, Delisle, Guimond & Daigneault, 2009). They also suggested that this response bias is surely not limited to memory tasks, but should be demonstrable on cognitive tasks of any sort, including as yet uninvestigated high order executive functions.

Objectives and hypotheses

The objective of the present research was to test the hypothesis according to which, on a complex computerized multitask measure of complex executive functions, designed to elicit many errors of omission and of commission, patients with a left hemisphere lesion would produce more errors of omission and patients with a right

hemisphere lesion would produce more errors of commission. The objective was also to compare the response bias on a task of complex executive functions to the response bias on a task of incidental retrospective memory and to test whether the former was frontal lobe dependant.

Method

Participants and recruitment

Candidates for this research had to present a unilateral lesion documented with a CT scan or a MRI. They also had to be at least 15 years old at the time of the testing because of the degree of complexity of the tasks. The exclusion criteria were 1. intellectual deficiency, 2. systemic disorder (ex. neurofibromatosis, trisomy, etc.), 3. A diagnosis of learning disability, specifically dyslexia or ADHD, 4. a psychiatric disorder (autism, psychosis, bipolar disorder, etc.), 5. severe ongoing pharmacoresistant epilepsy, 6. drug use or psychotropic medication and 7. a bilateral or diffuse lesion. With these criteria, thirty participants were recruited at the Montreal Children's Hospital from the psychology department files and from the neurosurgery service. Of these, 16 had a left hemisphere lesion and 14 a right hemisphere lesion. The lobar localization of the lesion was coded dichotomously as the presence versus absence of a frontal, temporal, parietal, occipital lobe lesion, or subcortical lesion. These categories were not mutually exclusive.

All participants completed a questionnaire about their medical history to make sure they didn't meet any of the exclusion criteria.

Table 1. Demographic description of the sample

Variables	Levels of the variables	Left hemisphere lesion N = 16 (53%)	Right hemisphere lesion N = 14 (47%)
Gender	Male	8 (50%)	7 (50%)
	Female	8 (50%)	7 (50%)
Age at testing	Mean age at testing	20,4 , SD = 4.63 min/max: 15/29	20,8, SD = 4.26 min/max: 15/30
Education	Mean number of years	11,6, SD = 2.75 min/max: 7/16	11,3, SD = 2.02 min/max: 9/16

Table 2. Neurological description of the sample

Variables	Levels of the variables	Left hemisphere lesion N = 16 (53%)	Right hemisphere lesion N = 14 (47%)
Hand preference for writing	Right	12 (75%)	12 (86%)
	Left	4 (25%)	2 (14%)
Etiology (can be more than one etiology)	Vascular etiology	3 (19%)	2 (14%)
	Tumor	4 (25%)	8 (57%)
	Infection	1 (6%)	2 (14%)
	Kyst	3 (19%)	1 (7%)
	Penetrating traumatic brain injury or hemorrhage secondary to TBI	2 (13%)	1 (7%)
	Atrophy	1 (6%)	0
	Porencephaly	1 (6%)	0
	Arterovenous malformation	2 (13%)	2 (14%)
	Dysplasia	1 (6%)	0
Presence of hemispherectomy	Number of cases	2 (13%)	0
Age at insult (or age at first symptom)	Perinatal	4 (25%)	1 (7%)
	0-1 year old	1 (6%)	1 (7%)
	2-5 years old	2 (13%)	3 (21%)
	6-12 years old	4 (25%)	3 (21%)
	13 and more	5 (31%)	6 (43%)
	Mean age at first symptom	7.50, SD = 6.29 min/max: 0/18	8.50, SD = 5.94 min/max: 0/16
Time elapsed between the first symptom and the time of testing	Mean number of years	12.94, SD = 7.07 min/max: 2/27	12.19, SD = 7 min/max: 1/25
Lesion volume	1 lobe	10 (63%)	12 (86%)
	2 lobes	4 (25%)	1 (7%)
	3 lobes	0	0
	4 lobes	2 (13%)	0
	Sub-cortical (thalamic)	3 (19%)	4 (29%)
Presence of neurological sequellae (hemianopsia, hemineglect, hemiplegia, etc.)	Number of cases having a neurological sequellae	5 (31%)	8 (57%)
Presence of epilepsy	Number of cases	8 (50%)	7 (50%)

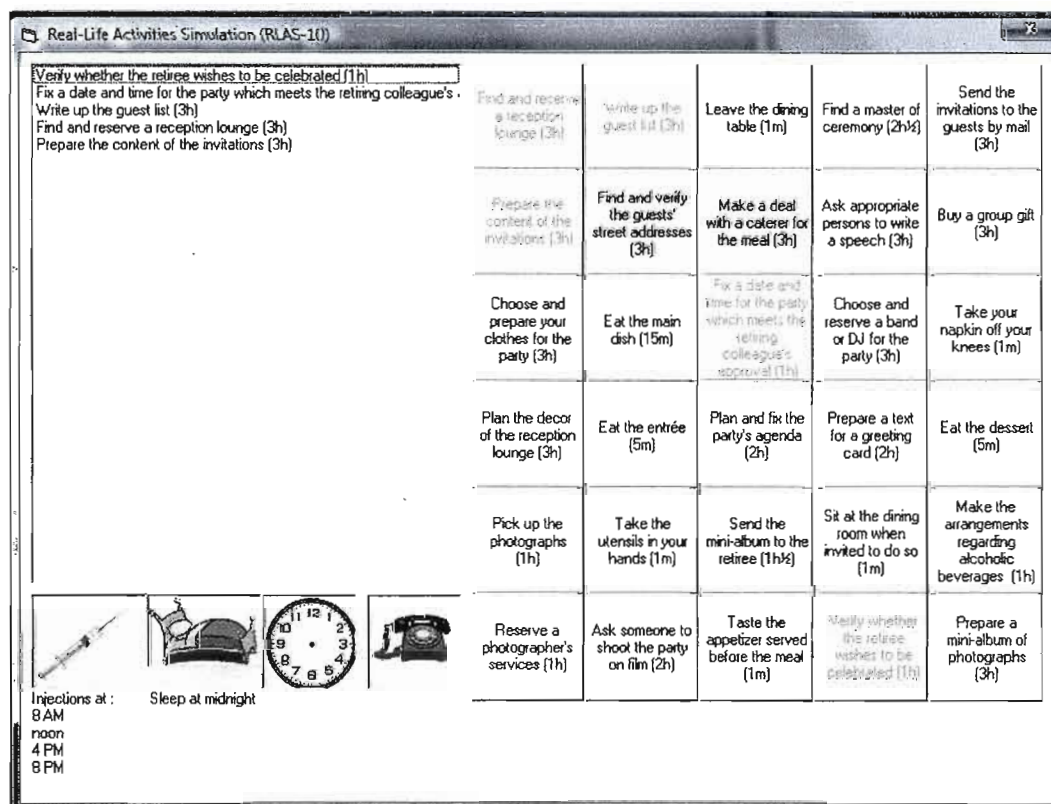
The right hemisphere lesioned patients did not differ significantly from the left hemisphere lesioned patients on any of the demographic or neurological variables.

Material and tasks

The Real-life activities simulation

The research tool designed for the present experiment is a multitask occupational computer simulation called RLAS (Real-life activities simulation) which has been shown to be highly sensitive to cognitive decline related to normal aging (Guimond, Braun, Godbout, Rouleau & Bélanger, 2006) and to present good construct validity (Guimond, Braun, Godbout, Rouleau & Bélanger, 2008). A slightly improved version of this program was implemented for the present research (Figure 1).

Figure 1. Main screen of RLAS.



It consists of a simulation of four busy days in the life of an accountant, severely diabetic, who has to plan a retirement party for a colleague. There are 30 actions for the planning of the party that have to be selected in the proper logical order and each one of these actions requires a different virtual time to be completed. The participant is also required to simulate self-injection of insulin at specified intervals of virtual time per day (by clicking on an icon), to go to bed at virtual midnight by clicking on an icon, to answer the phone by clicking on the icon when it blinks. He or she thus has to complete multiple tasks simultaneously. This computer program was designed to collect several measures of errors of omission and of commission on different executive function components of the overall task:

The event-based prospective memory task: A telephone icon blinks at a half-second rate every time the “character” receives a virtual phone call. The participant has to click on the icon to “answer” the phone. The number of phone calls depends on the time taken to complete RLAS and varied from 6 to 9 phone calls in this sample. Event-based prospective memory demands have been found to selectively activate the rostral prefrontal cortex in functional imaging (Burgess, Scott & Frith, 2003). An error of omission is counted each time the participant fails to click on the icon after five seconds of blinking.

The dual-task working memory task: At a certain time in the program, which is unknown to the participant, he or she has to complete a working memory task. In this task, different words are presented one by one on the computer screen. In the first condition, the participant has to press on the space bar each time a certain sound is present in the word. In the second condition, the participant has to press each time the word contains a certain visual characteristic (words containing only straight lines in its letters: ex. THEFT). In the third condition, the participant has to press each time the word contains both a certain sound and a visual characteristic placing a greater load on working memory. The latter component of this task, the dual task, has been

shown to be sensitive to frontal lobe lesions (Probhakaran, Narayanan, Zhao & Gabrieli, 2000). There are eight target-words and eight distractors in each condition for a total of 24 target words and 24 distractors during the procedure as a whole. An omission error is counted each time the participant does not press on the space bar when required and a commission error is counted each time the participant presses on the space bar when it was not required.

The D2 sustained working memory task: At a certain moment in the program, the participant has to complete a computerized D2 task. The 117 stimuli are presented one at a time in the center of the screen and the participant has to press rapidly on the space bar each time the stimulus is a “d” with two dots (:d, d: or .d.). There are 75 target stimuli and 42 foils during this procedure. This task has been shown sensitive to frontal lobe lesions (Richer et al., 1993). An omission error is counted each time the participant does not press on the space bar when required and an error of commission is counted each time the participant presses on the space bar when it was not required.

The incidental episodic retrospective memory task: RLAS also comprises an incidental retrospective memory task. At the end of the program, without the participant expecting it, 30 words are presented on the screen and the participant has to choose only the words that have been presented during the simulation (all during display of instructions). There are 10 good answers, 10 semantically related lures and 10 unrelated lures. An error of omission is counted for each target word not recognized and an error of commission is counted for each lure recognized falsely.

The data on RLAS are collected by the computer program and transferred automatically in an Excel data file.

Composite scores and statistical analysis

The omission composite score of *executive functions* on RLAS consisted of the sum of the errors of omission on the event-based prospective memory task, on the dual working memory task and on the sustained D2 working memory attention task. The commission composite score of executive functions on RLAS consisted of the sum of the errors of commission on the dual working memory task and on the sustained D2 working memory attention task.

All data were analyzed for symmetry of the distributions. A variable was considered not normally distributed when its skewness was greater than two standard errors from the mean and when the Shapiro-Wilk test of non-normality was significant. In the case where the variable was not normally distributed, it was screened for potential extreme outliers using the descriptive statistics from SPSS. An extreme outlier in the Tukey box plot of SPSS is a value of three times or more the interquartile range. If an extreme outlier was found, it was deleted from the data base and the variable was tested again for normality. If deletion of the extreme outliers did not regulate the normality, the extreme outliers were kept in the data base and a logarithmic(10) transformation was applied to reach normality.

The theoretical hypothesis was tested with repeated measures $2 \times 2 \times 2 \times 2$ ANOVA with type of response bias (omission and commission) and type of task (executive functions and incidental retrospective memory) as the repeated factors and lesion side (right and left) and frontal lobe lesion (presence versus absence of a frontal lobe lesion) as two-group factors. To analyse the interaction between the side of the lesion and the response bias on each type of task (executive functions and incidental retrospective memory) separately, 2×2 ANOVAs (type of response bias \times lesion side) were computed. Potential confounding variables were analyzed in the ANOVA as covariables (ANCOVA) to exclude confounds when the potential confounding

variable was correlated significantly with one of the independent variable. Potentially confounding variables were number of years of schooling, gender, age at first symptom, number of years elapsed between the first symptom and the time of testing, handedness (right handers versus non-right handers), lesion volume (one lobe versus two lobes or more), presence versus absence of epilepsy, progressive etiology (tumoral or cystic etiology) versus acute etiology of the lesion (vascular, traumatic, infectious, surgical or atrophic etiology), presence versus absence of a neurological residual deficit (ex. hemianopsia, hemiparesis, etc.). Simple effects were tested with *t* tests following Levene's test for equality of variance.

Since all participants in this investigation had well delineated focal unilateral lesions (all cortical except for one participant), we planned a set of inference tests for each data base aiming to determine whether intrahemispheric lesion site could provide a rival explanation of response biases. In the present research, the lesion damaged either the frontal, temporal, parietal or occipital lobe (except the one sub-cortical case). For each data base, we ran four 2 x 2 x 2 ANOVAs, each concerning a lobe, with the lobe of interest damaged forming one group, the same lobe undamaged, the other, the lesion side defining the other two-group factor, and with errors of omission and of commission as the repeated factor. In each analysis we verified three inference tests: a main effect of lobe, a lobe by error type interaction and a lobe x lesion side x error type interaction.

Results

The quadruple interaction was not significant ($F_{(1, 25)} = 0.415$, $p = 0.525$). The RESPONSE BIAS x SIDE OF THE LESION interaction was not significant ($F_{(1, 25)} = 0.95$, $p = 0.339$) but the TYPE OF TASK x RESPONSE BIAS interaction was significant ($F_{(1, 25)} = 17.80$, $p < 0.001$) as was the TYPE OF TASK x RESPONSE BIAS x SIDE OF THE LESION interaction ($F_{(1, 25)} = 4.42$, $p = 0.046$). The response

bias is more observable in the *executive functions* tasks and is more clearly lateralized in the executive functions tasks, but is not modulated by the presence versus absence of a frontal lobe lesion. The interaction between RESPONSE BIAS x PRESENCE OF A FRONTAL LOBE LESION was not significant ($F_{(1, 25)} = 0.05$, $p = 0.829$), and none of the other interactions involving the variable “presence versus absence of frontal lobe lesion” was significant. Thus, the variable “presence versus absence of a frontal lobe lesion” was not entered systematically in further analysis because it did not influence the interactions of interest.

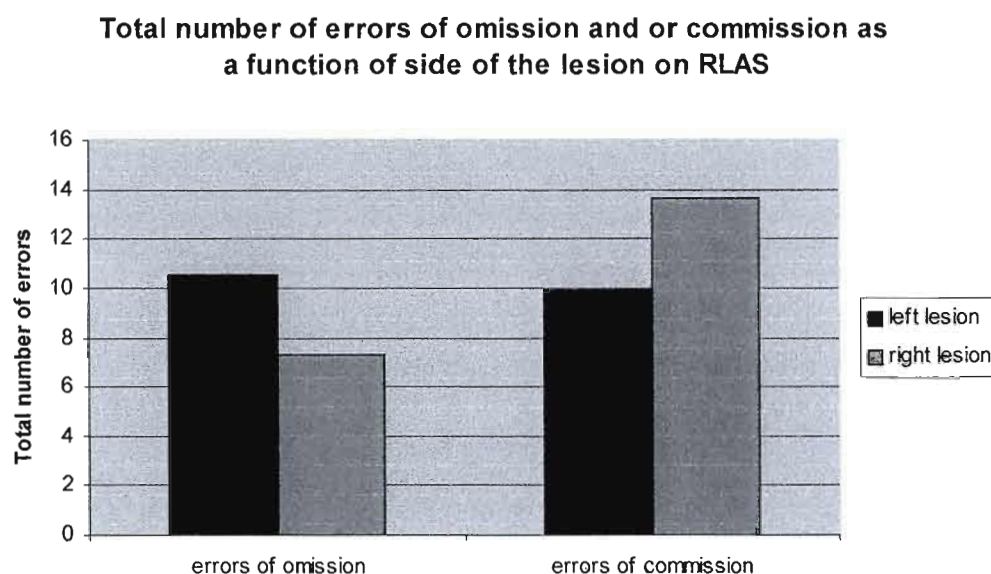
Response bias on the executive sub-tasks of RLAS

There was no floor on the *executive function* composite scores of omission and of commission. Their variability was also reasonably low ($CV < 1.04$) except for one sub measure (see Table 3).

The interaction of RESPONSE BIAS x SIDE OF THE LESION was significant ($N = 29$, $F_{(1, 27)} = 7.57$, $p = 0.01$) and consisted of the expected dissociation (see Figure 2). Age at first symptom ($r = -0.37$, $p = 0.048$) and presence versus absence of neurological sequelae ($r = -0.38$, $p = 0.043$) correlated significantly with errors of omission and presence versus absence of epilepsy correlated significantly with errors of commission ($r = -0.43$, $p = 0.017$). The dissociation remained significant with the age at first symptom ($F_{(1, 26)} = 7.27$, $p = 0.012$), the presence versus absence of neurological sequelae ($F_{(1, 26)} = 7.21$, $p = 0.012$) and the presence versus absence of epilepsy ($F_{(1, 26)} = 8.12$, $p = 0.008$) entered as a single covariable (ANCOVAs). With the three potential confounding variables entered as covariables together, the dissociation was still significant ($F_{(1, 24)} = 8.11$, $p = 0.009$). The right hemisphere group tended to make more errors of commission but the simple effect was not significant ($t_{(28)} = -1.58$, $p = 0.125$). The left hemisphere lesioned group tended to make more errors of omission but the simple effect was not significant ($t_{(27)} = 1.04$, p

$= 0.307)^1$. The number of errors of omission and of commission differed significantly ($F_{(1, 27)} = 13.67, p = 0.001$), the latter being more frequent.

Figure 2. Crossed double dissociation of errors of omission and of commission on the global composite of executive function tasks of RLAS.



Of the various subtasks of RLAS, the total number of errors of commission on the *Dual working memory task*² was significantly related to the side of the lesion, the right hemisphere lesioned participants making significantly more errors of commission than the left hemisphere lesioned participants ($t_{(28)} = -2.26, p = 0.032$). This effect probably emerged not so much because of the effect size as because of exceptionally low within-subjects variance. The total number of errors of omission on this sub task was marginally related to the side of lesion only, also in the expected direction ($t_{(28)} = 1.77, p = .087$).

-
1. An extreme outlier was deleted from the data base for the variable omissions on the executive functions task of RLAS which normalized the distribution.
 2. This variable was transformed to reach normality ($\text{LOG}_{10} + 3$) and the omission variable was also transformed using the same equation to make both comparable for the interaction analysis.

The crossed double dissociation of errors of omission and of commission on this sub task was significant ($F_{(1, 28)} = 14.33, p = .001$). No other lesion side x error type effect on a subtask reached significance. See Table 3.

Table 3. Executive function variables on RLAS and their central tendencies as a function of the side of the lesion

Type of scores	Variable	HL	Mean	Min-max	SD	CV	Sk /SE	ES
Composite scores for the main analysis	Total number of errors of omission (without the extreme outlier)	Left	9.00	2-17	4.42	0.49	1.07	0.10
		Right	7.29	1-16	4.43	0.61		
	Total number of errors of commission	Left	9.94	3-22	6.14	0.62	0.74	0.16
		Right	13.64	3-25	6.71	0.49		
Errors of omission	Working Memory (dual task)	Left	5.94	1-12	0.70	0.12	0.92	0.17
		Right	4.21	1-9	2.39	0.57		
	D2 (sustained working memory)	Left	2.13	0-20	1.22	0.57	11.13	0.30
		Right	1.14	0-3	1.17	1.03		
	Missed telephone calls (event-based prospective memory task)	Left	2.50	0-7	2.13	0.85	1.79	0.13
		Right	1.93	0-5	1.69	0.88		
Errors of commission	Working Memory (dual task)	Left	6.63	2-16	1.05	0.16	2.29	0.24
		Right	10.79	3-24	5.98	0.55		
	D2 (sustained working memory)	Left	3.31	0-11	0.79	0.24	2.45	-0.07
		Right	2.86	0-8	2.51	0.88		

HL = hemisphere lesioned, SD = standard deviation, CV = coefficient of variation, Sk /SE= Skewness before logarithmic transformation divided by the standard error of the skewness (value must be 2 or less to be considered normally distributed), ES = Effect Size: Effect size was calculated in manner oriented by the theoretical hypotheses. For errors of commission, it consisted of the mean of errors of the right lesioned group minus the mean of errors of the left lesioned group over the sum of these two means. For errors of omission, it consisted of the mean of errors of the left lesioned group minus the mean of errors of the right lesioned group over the sum of these two means. A negative value is thus indicative of counter results.

Each lobar lesion localization was analyzed as a function of type of error (omission versus commission) and lesion side to determine if it could represent an alternative explanation for the interaction between the type of error and the side of the lesion or simply a more powerful unrelated effect. Because the measures of omission and of commission were tallied from executive function tasks, one could have expected the presence of a frontal lobe lesion to favor one or the other response bias, or both, or as

a function of lesion side. However, none of the effects involving lobe reached significance (see Table 4).

Table 4. Lobar localization of the lesion as a function of type of error and side of the lesion

Lobar localization of the lesion	Presence versus absence of lesion of the specified lobe	Side of the lesion	Mean number of errors of omission		Mean number of errors of commission	
Frontal	Frontal N = 12 (40%)	Left lesion N = 8 (67%)	9.14	8.91	8.38	10.92
		Right lesion N = 4 (33%)	8.50		16.00	
	Non-frontal N = 18 (60%)	Left lesion N = 8 (44%)	8.88	7.72	11.50	12.17
		Right lesion N = 10 (56%)	6.80		12.70	
Temporal	Temporal N = 15 (50%)	Left lesion N = 10 (67%)	9.40	8.33	10.9	11.33
		Right lesion N = 5 (33%)	6.20		12.20	
	Non-temporal N = 15 (50%)	Left lesion N = 6 (40%)	12.50	9.73	8.33	12.00
		Right lesion N = 9 (60%)	7.89		14.40	
Parietal	Parietal N = 6 (20%)	Left lesion N = 5 (83%)	10.60	9.83	11.40	10.00
		Right lesion N = 1 (17%)	6.00		3.00	
	Non-parietal N = 24 (80%)	Left lesion N = 11 (46%)	10.55	8.83	9.27	12.08
		Right lesion N = 13 (54%)	7.38		14.46	
Occipital	Occipital N = 7 (23%)	Left lesion N = 3 (43%)	12.00	9.43	11.67	11.14
		Right lesion N = 4 (57%)	7.50		10.75	
	Non-occipital N = 23 (77%)	Left lesion N = 13 (57%)	10.23	8.91	9.54	11.83
		Right lesion N = 10 (43%)	7.20		14.8	

Response bias on the incidental retrospective memory sub-task of RLAS

The *incidental retrospective memory* composite scores of omission and of commission were normally distributed, their skewness being < 2 standard error from the mean. One of the variables reached the floor. Their variability was reasonably low ($CV < .69$) (see Table 5).

The interaction of RESPONSE BIAS x SIDE OF THE LESION was not significant ($N = 30$, $F_{(1, 28)} = 0.77$, $p = 0.387$) but the trend is in the expected (doubly dissociated) direction. Potential confounding variables were the same as described in the previous section. The progressive versus acute etiology of the lesion correlated significantly with the errors of omission ($r = -0.38$, $p = 0.040$). The interaction remained non significant with this variable entered as a covariable ($F_{(1, 27)} = 1.97$, $p = 0.172$). The right hemisphere group tended to make more errors of commission but the simple effect was not significant ($t_{(28)} = -0.21$, $p = 0.838$). The left hemisphere lesioned group tended to make more errors of omission but the simple effect was not significant ($t_{(28)} = 1.12$, $p = 0.270$). The participants made significantly more errors of omission than of commission ($F_{(1, 28)} = 4.82$, $p = 0.037$). None of the tests of effects involving lobe reached significance.

Table 5. Variables from the incidental retrospective memory sub-task on RLAS and their central tendencies as a function of the side of the lesion

Type of score	Variable	HL	Mean	Min-max	SD	CV	Sk /SE	ES
Composite scores for the main analysis	Errors of omission	Left	4.50	2-7	1.67	0.37	0.34	0.09
		Right	3.79	1-7	1.81	0.48		
	Errors of commission	Left	3.00	1-6	1.63	0.54	1.14	0.02
		Right	3.14	0-7	2.14	0.68		

HL = hemisphere lesioned, SD = standard deviation, CV = coefficient of variation, Sk /SE= Skewness / standard error, ES = Effect Size (see note of Table 3).

Case presentation

VP, Male, 20 years old, right handed. VP completed the first to fifth grade of elementary school in a regular class. When he was in sixth grade, he was put in a special class for students with learning difficulties. He was then transferred to a special class in high school and quit school after secondary 1 in which he stayed for two years. When he was 16 years old, VP had his first seizure and the CT scan showed a right temporal astrocytoma. A first neurosurgery was done to remove the tumor and another one was needed one month later to remove the rest of the tumor. A year later, a third neurosurgery was done. He then had radiotherapy treatments during a month. Since then, VP passes brain scans every six months and no evidence of the tumor was found.

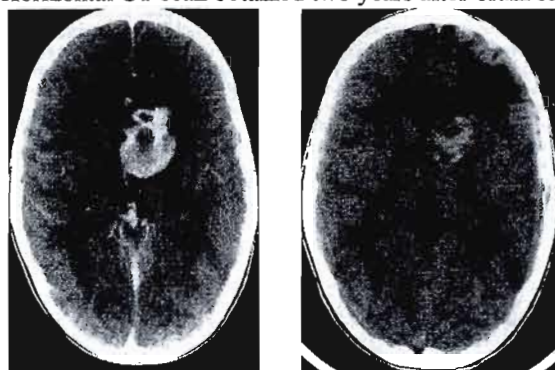


Figure 3. Coronal CT scan obtained after VP had his first seizure, at 16 years old, showing a right temporal astrocytoma.

On the RLAS, VP was commissive ($SD = 2.02$), but not particularly omissive ($SD = 0.64$). Upon clinical neuropsychological examination, his performances on visuospatial neuropsychological tasks were globally in the normal range ($SD = 0.30$) and they were in the low average range on verbal tasks ($SD = -0.76$).

JA, Female, 21 years old, right handed. At 3 years of age, JA had to be operated for the excision of a large left cavernous hemangioma caused by a congenital arterovenous malformation (see Figure 4). There were no complications following the surgery. She then had motor, coordination and gait problems.

Figure 4. (A) Horizontal CT scan obtained before brain surgery when JA was three years old, (B) Horizontal CT scan obtained two years after brain surgery.



A

B

She was evaluated neuropsychologically at the age of 7 and 14 months later at 8 years of age because her mother was worried about her lack of communicativeness and of initiative. JA was quiet, aloof and apathetic. Evaluation of her intellectual abilities showed a difference between her verbal and performance IQ in favor of the latter. She had good receptive language skills, visual attention and perception and a good verbal and visuospatial memory but had learning difficulties at school (for a detailed description of the case, see Daigneault, Braun & Montes, 1997).

JA has finished her high school and is now working as an orderly.

On RLAS, JA was omissive ($z = 3.89$) but was not commissive ($z = -0.25$). Her extreme response bias was present immediately after lesion onset (Daigneault et al., 1997)

Discussion

The objective of this research was to determine, in a group of unilaterally brain lesioned young adults, whether we could observe opposed hemispheric response biases on a complex executive function multitasking occupational simulation task (RLAS). Overall, the response bias was observed as predicted in RLAS. There was a consistent dissociation in which the left hemisphere lesioned patients tended to make more errors of omission and the right hemisphere lesioned patients tended to make more errors of commission. One limit of this study is the size of the sample which did not allow us to have enough statistical power to have significant simple effects. In samples as small as these, with lesions as old as these, though several procedures and tests significantly associated right lesions with commissive bias, only one was able to make the opposite demonstration significantly with errors of omission, and then only marginally.

We observed that this response bias was not frontal lobe specific, an association that could have been expected from recurring themes in the literature on this subject. The results of this research are thus more in accordance with Braun's (2007) "energetics" model which states that both hemispheres of the brain play an opposite role in the management of the brain's energy (glucose and oxygen consumption) regardless of lobe. Indeed, as has been demonstrated here, the right hemisphere behaves like an energy conserver and the left hemisphere, an energy expender, as far as response bias is concerned. Interpretation of the results supposes, of course, that a lesion to one hemisphere gives the other hemisphere the lead over the other. Thus this model predicts that a left hemisphere lesion will release the right hemisphere as an energy conserver and entail more errors of omission. Oppositely, a lesion of the right hemisphere would release the left hemisphere, its energy expending propensity, and this would entail more errors of commission. Braun's energetics model is supported by this study, but it seems that the action of the left hemisphere as an energy expender

is stronger than the right hemisphere's conservative role or at least is more observable on RLAS.

It is generally taken for granted in the literature that response bias, even the version operationalized as rates of errors of omission versus of commission, depends strongly on the frontal lobes. In the entire literature on the subject, as far as we could determine, there has been no mention of hemispheric specialization of response bias in the occipital lobes, except one study. In that study, Braun & Guimond (2008) reviewed case reports of visual hallucination or loss of visual imagination without agnosia following unilateral occipital lesions. The former comprised a large majority of right occipital lesions while the latter comprised only left occipital lesions. The former were interpreted as suffering from a "commissive" bias, the latter, an "omissive" bias, both in pure in vision. That study is described here to make the point that hemispheric specialization for response bias should not be conceived of as nothing but a motor control issue.

The present study makes a clear demonstration to the effect that, although response bias has always been considered a frontal lobe manifestation, the response bias studied here involves equally the frontal, the temporal, the parietal and the occipital lobes. To date, hemispheric specialization of response bias seems to affect wide ranging highly diverse aspects of human experience: psychomotor tone, memory, perception, sexuality, language, and now, higher order executive functions.

This demonstration of hemispheric specialization of response bias could be made more convincingly in future. Larger patient groups could be investigated, comprising only adult patients with fresh lesions. Measures of response bias are difficult to operationalize: they rarely yield adequate psychometric distributions and much more research must be carried out before we understand exactly which tasks are better at drawing out hemispheric specialization for response bias, and why that is so.

References

- Axelrod, S., Leiber, L. & Noonan, M. (1978). Classification of random forms and distortions presented to the left or right visual field. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 615-621. Retrieved from <http://ammons.ammonsscscientific.com/php/toc.php>
- Bellamy, K.J. & Shillcock, R. (2007). A right hemisphere bias towards false memory. *Laterality*, 12(2), 154-166. doi: 10.1080/13576500601051648
- Berger, J.M., Perret, E. & Zimmermann, A. (1987). Interhemispheric integration of compound nouns: effects of stimulus arrangement and mode of presentation. *Perceptual and Motor Skills*, 65(2), 663-671. Retrieved from <http://ammons.ammonsscscientific.com/php/toc.php>
- Braun, C.M.J. (2007). The evolution of hemispheric specialization of antagonistic systems of management of the body's energy resources. *Laterality*, 12, 397-427. doi: 10.1080/13576500701458875
- Braun, C.M.J. & Suffren, S. (2010). A general neuropsychological model of delusion. *Cognitive Neuropsychiatry*, Ahead of print. doi: 10.1080/13546800903442314
- Braun, C.M.J., Achim, A., Charron, J.F., & Côté, A. (1998). Dissociation of hemispheric exploitation of rods and cones for simple detection. *American Journal of Psychology* 111, 241-263. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1423488>
- Braun, C.M.J., Daigneault, R., Gaudelet, S., & Guimond, A. (2008). DSM-IV symptoms of mania: Which one(s) result more often from right than left hemisphere lesions? *Comprehensive Psychiatry*, 49, 441-459. doi:10.1016/j.comppsy.2008.02.001
- Braun, C.M.J., Delisle, J., Rouleau, I., Guimond, A. & Daigneault, R. (2009). Post unilateral lesion response biases modulate memory: Crossed double dissociation of hemispheric specializations, *Laterality*, 14(2), 122-164. doi : 10.1080/13576500802328613
- Braun, C.M.J., Desjardins, S., Gaudelet, S. & Guimond, A. (2007). Psychic tonus, body schema and the parietal lobes: A multiple lesion case analysis. *Behavioral Neurology*, 18(2), 65-80. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/6170823401481849/>
- Braun, C.M.J., Dumont, M., Duval, J. & Hamel, I. (2004). Speech rate as a sticky switch: A multiple lesion case analysis of mutism and hyperlalia. *Brain & Language*, 89, 243-252. doi:10.1016/S0093-934X(03)00402-4
- Braun, C.M.J., Dumont, M., Duval, J., Hamel, I., & Godbout, L. (2003). Opposed left and right brain hemisphere contributions to sexual drive: a multiple lesion case analysis. *Behavioural Neurology*, 14, 55-61. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/drx75tmjme1lmy3p/>
- Braun, C.M.J., Duval J. & Guimond, A. (2005). Auditory hypergnosis as an example of psychic tonus in the temporal lobes: Multiple case analyses. *Critical*

- Reviews in Neurobiology*, 17 (3-4), 145-160. Retrieved from <http://www.begellhouse.com/journals/7b004699754c9fe6,0c6ebf4a55da92b6,7271f7327abed3d5.html>
- Braun, C.M.J., & Guimond, A. (2008). Visual hypo and hypergnosia as exemplars of poles of psychic tonus in the occipital lobes: Multiple case analyses. *Behavioral Neurology*, 19, 153-168. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/7gg46k143032w806/>
- Braun, C.M.J., Larocque, C., Daigneault, S. & Montour-Proulx, I. (1999). Mania, pseudomania, depression, and pseudodepression resulting from focal unilateral cortical lesions. *Neuropsychiatry Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 12, 35-51. Retrieved from http://journals.lww.com/cogbehavneurol/Abstract/1999/01000/Mania,_Pseudomania,_Depression,_and.5.aspx
- Braun, C.M.J., Sapin-Leduc, A, Picard, C., Bonenfant, E., Achim, A., & Daigneault, S. (1994). Zaidel's model of intra and interhemispheric dynamics: empirical tests, critical appraisal and proposed revision. *Brain & Cognition*, 24, 1-30. doi:10.1006/brcg.1994.1004
- Burgess, P.W., Scott, S.K. & Frith, C.D. (2003). The role of the rostral frontal cortex (area 10) in prospective memory: a lateral versus medial dissociation. *Neuropsychologia*, 41, 906-918. doi:10.1016/S0028-3932(02)00327-5
- Clark, L., Manes, F., Antoun, N., Sahakian, B.J. & Robbins, T.W. (2003). The contributions of lesion laterality and lesion volume to decision-making impairment following frontal lobe damage. *Neuropsychologia*, 41(11), 1474-1483. doi:10.1016/S0028-3932(03)00081-2
- Conway, M.A., & Fthenaki, A. (2003). Disruption of inhibitory control of memory following lesions to the frontal and temporal lobes. *Cortex*, 39, 667-686. doi:10.1016/S0010-9452(08)70859-1
- Curran, T., Schacter, D.L., Norman, K.A., & Galluccio, L. (1997). False recognition after a right frontal lobe infarction: memory for general and specific information. *Neuropsychologia*, 35, 1035-1049. doi:10.1016/S0028-3932(97)00029-8
- Daigneault, S., Braun, C.M.J. & Montes, J.L. (1997). Pseudodepressive personality and mental inertia in a child with a focal left-frontal lesion. *Developmental Neuropsychology*, 13(1), 1-22. doi : 10.1080/87565649709540665
- Devinsky, O. (2009). Delusional misidentifications and duplications: right brain lesions, left brain delusions. *Neurology*, 72(1), 80-87. doi: 10.1212/01.wnl.0000338625.47892.74
- Drewe, E.A. (1975). Go no-go learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex*, 11, 8-16. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Fassbender, C., Murphy, K., Foxe, J.J., Wylie, G.R., Javitt, D.C., Robertson, I.H. & Garavan, H. (2004). A topography of executive functions and their interactions revealed by functional magnetic resonance imaging. *Cognitive Brain Research*, 20(2), 132-143. doi:10.1016/j.cogbrainres.2004.02.007

- Fidzgerald, K.D., Perkins, S.C., Angstadt, M., Johnson, T., Stern, E.R., Welsh, R.C. & Taylor, S.F. (2010). The development of performance-monitoring function in the posterior medial frontal cortex. *NeuroImage*, 49(4), 3463-3473. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.11.004
- Garavan, H., Ross, T.J., Murphy, K., Roche, A.P. & Stern, E.A. (2002). Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: Inhibition, error detection, and correction. *NeuroImage*, 17(4), 1820-1829. doi:10.1006/nimg.2002.1326
- Guimond, A., Braun, C.M.J., Godbout, L., Rouleau, I. & Bélanger, F. (2006). Remembering the past and foreseeing the future while dealing with the present: A comparison of healthy young-adult and elderly cohorts on a multitask simulation of occupational activities. *Experimental Aging Research*, 32(3), 363-380. doi: 10.1080/03610730600699100
- Guimond, A., Braun, C.M.J., Godbout, L., Rouleau, I. & Bélanger, F. (2008). The relative importance of suboperations of prospective memory. *Applied Neuropsychology*, 15, 184-193. doi: 10.1080/09084280802324333
- Hester, R., Fassbender, C. & Garavan, H. (2004). Individual differences in error processing: A review and reanalysis of three event-related fMRI studies using the Go/NoGo task. *Cerebral Cortex*, 14(9), 986-994. doi: 10.1093/cercor/bhh059
- Hester, R., Barre, N., Mattingley, J.B., Foxe, J.J. & Garavan, H. (2007). Avoiding another mistake: Error and posterror neural activity associated with adaptive posterror behavior change. *Cognitive, Affective & Behavioral Neurosciences*, 7(4), 317-326. doi: 10.3758/CABN.7.4.317
- Kawashima, R., Satoh, K., Itoh, H., Ono, S., Furumoto, S., Gotoh, R., Koyama, M., Yoshioka, S., Takahashi, T., Takahashi, K., Yanagisawa, T. & Fukuda, H. (1996). Functional anatomy of GO/NO-GO discrimination and response selection — a PET study in man. *Brain Research*, 728 (1), 79-89. doi: 10.1016/0006-8993(96)00389-7
- Kiehl, K.A., Liddell, P.F. & Hopfinger, J.B. (2000). Error processing and the rostral anterior cingulate: An event-related fMRI study. *Psychophysiology*, 37, 216-223. doi: 10.1111/1469-8986.3720216
- Kimura, D. (1963). Right temporal lobe damage. *Archives of Neurology*, 8, 264-271. Retrieved from <http://archneur.ama-assn.org/cgi/reprint/8/3/264>
- Laeng, B., Overvoll, M. & Steinsvik, O.O. (2007). Remembering 1500 pictures: The right hemisphere remembers better than the left. *Brain & Cognition*, 63, 136-144. doi: 10.1016/j.bandc.2006.10.009
- Mizuno, M., Kato, M., Sartori, G., Okawara, H., & Kashima, H. (1997). Performance characteristics of chronic schizophrenia on attention tests sensitive to unilateral brain damage. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 185, 427-433. Retrieved from http://journals.lww.com/jonmd/Abstract/1997/07000/Performance_Characteristics_of_Chronic.2.aspx

- Moran M., Seidenberg M., Sabsevitz D., Swanson S., & Hermann B. (2005). The acquisition of face and person identity information following anterior temporal lobectomy. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 237-248. doi: 10.1017/S1355617705050290
- Mostofsky, S.H., Schafer, J.G.B., Abrams, M.T., Goldberg, M.C., Flower, A.A., Boyce, A., Courtney, S.M., Calhoun, V.D., Kraut, M.A., Denckla, M.B. & Pekar, J.J. (2003). fMRI evidence that the neural basis of response inhibition is task-dependent. *Cognitive Brain Research*, 17(2), 419-430. doi:10.1016/S0926-6410(03)00144-7
- Probhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z. & Gabrieli, J.D. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe, *Nature Neuroscience*, 3(1), 85-90. doi: 10.1038/71156
- Rapcsak, S.Z., Nielsen, L., Littrell, L.D., Glisky, E.L., Kaszniak, A.W., & Laguna, J.F. (2001). Face memory impairments in patients with frontal lobe damage. *Neurology*, 57, 1168-1175. Retrieved from <http://www.neurology.org/content/57/7/1168.abstract>
- Rapcsak, S.Z., Polster, M.R., Comer, J.F. & Rubens, A.B. (1994). False recognition and misidentification of faces following right hemisphere damage. *Cortex*, 30(4), 565-583. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Rapcsak, S.Z., Polster, M.R., Glisky, M.L. & Comer, J.F. (1996). False recognition of unfamiliar faces following right hemisphere damage: neuropsychological and anatomical observations. *Cortex*, 32(4), 593-611. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Richer, F., Décary, A., Lapierre, M.F., Rouleau, I., Bouvier, G. & St-Hilaire, J.-M. (1993). Target detection deficits in frontal lobectomy, *Brain & Cognition*, 21, 203-211. doi: 10.1006/breg.1993.1016
- Riege, W.H., Klane, L.T., Metter, E.J., & Hanson, W.R. (1982). Decision speed and bias after unilateral stroke. *Cortex*, 18, 345-355. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Rubia, K., Smith, A.B., Brammer, M.J. & Taylor, E. (2003). Right inferior prefrontal cortex mediates response inhibition while mesial prefrontal cortex is responsible for error detection. *NeuroImage*, 20, 351-358. doi:10.1016/S1053-8119(03)00275-1
- Schacter, S.Z., Curran, T., Galluccio, L., Milberg, W.P. & Bates, J.F. (1996). False recognition and the right frontal lobe: a case study. *Neuropsychologia*, 34(8), 793-808. doi: 10.1016/0028-3932(95)00165-4
- Verbruggen, F. & Logan, G.D. (2008). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 418-424. doi: 10.1006/j.tics.2008.07.005
- Waldie, K.E., & Mosley, J.L. (2000). Hemispheric specialization for reading. *Brain & Language*, 75, 108-122. doi:10.1006/brln.2000.2346

CHAPITRE V

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les deux études présentées dans les articles ci-joints visaient à valider trois modèles de spécialisation hémisphérique bien connus et vastement répandus en neuropsychologie clinique. Le premier est le modèle selon lequel l'hémisphère gauche serait spécialisé dans le traitement des stimuli langagiers et l'hémisphère droit serait spécialisé dans le traitement des stimuli visuospatiaux. Selon le deuxième modèle, l'hémisphère gauche serait spécialisé dans le traitement de l'aspect local (détails) des stimuli alors que l'hémisphère droit serait spécialisé dans le traitement de l'aspect global des stimuli. Selon le troisième modèle, l'hémisphère gauche traiterait préférentiellement les stimuli occupant l'hémichamp droit et l'hémisphère droit, les stimuli de l'hémichamp gauche. Ces trois modèles ont comme prémisse de base que, lorsqu'un hémisphère est lésé, on observe un déficit cognitif spécifiquement et directement causé par la perte de tissu cérébral.

Ces études visaient également à explorer un quatrième modèle, nouveau et méconnu, le modèle du biais de réponse. Selon ce dernier modèle, l'hémisphère gauche aurait tendance à produire davantage d'erreurs de commission alors que l'hémisphère droit produirait davantage d'erreurs d'omission. Ce modèle se différencie des trois autres modèles présentés plus haut puisqu'il vise une spécialisation relevant d'un mode de fonctionnement plus global, s'appliquant à différents types de matériel (ex. verbal et visuospatial), à des contextes variés (ex. réponses produites verbalement, production graphique, comportements innés ou spontanés, réponses physiologiques, etc.) et à d'autres espèces animales (voir Braun, 2007 pour une présentation systématique et

exhaustive du modèle énergétique chez l'animal). Selon ce modèle, lorsque l'hémisphère gauche est lésé, l'hémisphère droit prendrait la relève, ce qui entraînerait davantage d'erreurs d'omission alors que lorsque l'hémisphère droit est lésé, l'hémisphère gauche prendrait le relais entraînant davantage d'erreurs de commission.

Les deux études présentées ont montré que, chez des participants ayant grandi avec une lésion cérébrale souvent depuis plusieurs années (11,6 ans en moyenne), le modèle du biais de réponse était beaucoup plus sensible pour déterminer la latéralité de la lésion que les trois autres modèles de la spécialisation hémisphérique. En effet, lorsque les 34 mesures provenant de divers tests neuropsychologiques et les mesures de SAVR étaient analysées en fonction du côté de la lésion, seules sept mesures permettaient de différencier les lésés gauches des lésés droits. Ceci est particulièrement surprenant puisque six des sept mesures permettaient de mettre en lumière des déficits reliés à une lésion de l'hémisphère droit alors que la littérature actuelle sur la spécialisation hémisphérique montre qu'une lésion de l'hémisphère gauche, l'hémisphère soi disant « dominant », entraîne des déficits beaucoup plus patognomoniques et plus constants qu'une lésion de l'hémisphère droit. Or, dans les présentes études, les déficits liés à une lésion de l'hémisphère droit sont beaucoup plus informatifs quant à la latéralité de la lésion et ce, même chez des participants ayant de « vieilles » lésions. Ceci a été rapporté par Braun (2007) chez l'animal dans une multitude de registres pertinents au modèle théorique (immunité, psychomotricité, sexualité, etc.).

Les sept mesures ayant montré une sensibilité à la latéralité de la lésion sont : le rendement total à la Figure Complexe de Rey, la performance dans l'hémichamp gauche à la Figure Complexe de Rey, le nombre total d'erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey, le nombre total d'erreurs de commission au test des Figures Récurrentes de Kimura, le nombre total d'erreurs de commission de type « bris de

règles» aux Fluidités verbales du D-KEFS, le nombre d'erreurs de commission à l'épreuve de mémoire de travail en double-tâche de SAVR et le nombre d'erreurs d'omission à la même épreuve de SAVR. Lorsque les trois mesures provenant de la Figure Complexe de Rey étaient analysées en détail, on observait par des corrélations partielles que les erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey à elles seules pouvaient expliquer la différence entre les lésés droits et les lésés gauches alors que ce n'était pas le cas pour les deux autres variables tirées du même test. Donc, les seules variables incluses dans la présente étude permettant vraiment de déterminer la latéralité de la lésion à partir des tests neuropsychologiques cliniques, bien qu'aucune mesure de langage plus spécifique n'ait été administrée, sont des variables mesurant les erreurs de commission et donc, le modèle « énergétique » de spécialisation hémisphérique. Le modèle énergétique, du moins en ce qui concerne les erreurs de commission, s'avère donc plus sensible que les trois autres modèles présentés plus haut pour déterminer la latéralité d'une lésion lorsque le délai entre celle-ci et la passation de l'étude est plus élevé. De plus, en comparaison avec des batteries de tests neuropsychologiques comme la Halstead-Reitan (Heaton et al., 1981; Russel, 1995), ou la Luria-Nebraska (Sears, Hirt et Hall, 1984) qui permettent de classer correctement environ 70% des cas dans les groupes de lésés droits et gauches chez des participants adultes ayant des lésions récentes ou de façon plus actuelle avec le WISC (Riva et Cazzaniga, 1986) ou le WAIS-R, ce dernier n'offrant aucune sensibilité pour déterminer la latéralisation d'une lésion de l'hémisphère gauche et une sensibilité très pauvre (0,61) pour déterminer la latéralisation d'une lésion de l'hémisphère droit à partir des différences entre le QI verbal et de performance (Iverson, Mendrek et Adams, 2004), les erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey (qui était la variable la plus significativement liée au côté de la lésion) permettent de classer correctement 78,4% des cas chez des participants ayant de "vieilles" lésions encourues à l'enfance et où on ne s'attend qu'à des effets subtiles de latéralisation. La valeur de ce test neuropsychologique pour différencier la latéralisation d'une lésion est donc supérieure à celle de batteries dont le temps requis

pour la passation est beaucoup plus élevé. De plus, l'analyse des cinq variables "latéralisatrices" chez les participants sans séquelles neurologiques a mise en évidence que, malgré la diminution importante de la puissance statistique engendrée par la réduction de la taille de l'échantillon ($N = 24$), les erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey et aux Fluidités verbales du D-KEFS demeuraient significativement liées au côté de la lésion. Ces deux mesures provenant de tests neuropsychologiques pourraient donc permettre de déterminer la latéralisation d'une lésion chez des patients qui ne montrent aucun autre signe de cette latéralisation.

Dans le cas des Figures Récurentes de Kimura, les résultats de la présente étude confirment ceux de Kimura (1963), les lésés droits produisant davantage d'erreurs de commission que les lésés gauches. Toutefois, la présente étude extensionne les résultats de Kimura, qui avait noté ce biais de réponse chez des lobectomisés temporaux droits, à des lésions corticales unilatérales droites. Nous faisons aussi la démonstration avec deux autres tests. Il est également intéressant de noter que la différence entre le nombre d'erreurs de commission produites par les lésés droits et les lésés gauches est moindre dans la présente étude (lésés droits = 15,87, lésés gauches = 11,59) que dans celle de Kimura (1963) (lésés droits = 18,40, lésés gauches = 7,1). Il est possible que des caractéristiques de l'échantillon puissent expliquer cette différence de résultats. Dans l'étude de Kimura, les patients étaient tous des adultes, ayant une épilepsie pharmaco-résistante pour laquelle une lobectomie temporale avait été réalisée. Le présent échantillon est formé de jeunes adultes, mais aussi d'enfants, ayant des lésions d'étiologie variée, épileptiques et non épileptiques. Il semble toutefois plus probable que cette variabilité dans les résultats soit attribuable à la différence d'âge au moment de la chirurgie et à l'intervalle de temps écoulé entre la chirurgie et l'âge au moment de l'expérimentation. En effet, dans l'étude de Kimura, l'âge au moment de la chirurgie est plus élevé (dans la trentaine) et, bien qu'on ne mentionne pas l'intervalle de temps entre la chirurgie et l'âge au test, il est probable qu'il soit moindre que dans la présente étude. Dans

l'étude actuelle, l'âge au premier symptôme n'est pas lié aux erreurs de commission aux Figures Récurrentes de Kimura, mais notre échantillon ne comporte pas d'adulte dans la trentaine, ce qui aurait peut-être pu modifier cette corrélation.

Les analyses ont également permis de mettre en lumière une dissociation d'erreurs d'omission et de commission sur une épreuve de fonctions exécutives complexes : SAVR. La dissociation était concordante avec le modèle du biais de réponse, les lésés gauches montrant une tendance à produire des erreurs d'omission et les lésés droits, une tendance à produire des erreurs de commission. Les études précédentes en tachistoscopie et en IRMf ne mesuraient souvent pas les deux types d'erreurs ou ne portaient que sur les lobes frontaux. Dans la présente étude, le biais de réponse n'était pas modulé par la localisation lobaire. Cette étude a donc permis de mesurer le biais de réponse omissif versus commissif chez des patients ayant des lésions corticales unilatérales dans une épreuve de fonctions exécutives plus complexes et de montrer qu'il est présent non seulement dans les lobes frontaux, mais de façon plus générale dans l'ensemble du cerveau.

Les résultats de la présente étude ont donc permis de mettre en lumière le biais de réponse, mais aucune mesure des autres modèles de spécialisation hémisphérique n'a montré d'effet significatif du côté de la lésion (en contrôlant pour la présence d'erreurs de commission). Plusieurs facteurs ont pu influencer ces résultats. Dans le cas du modèle de spécialisation hémisphérique pour les modalités verbale et visuospatiale, il a été démontré que chez l'enfant, contrairement à l'adulte, les fonctions langagières peuvent se réorganiser complètement ou partiellement dans l'hémisphère controlésionnel (Müller et al., 1999; Staudt et al., 2002) et ce, même dans des cas de petites lésions (Maetsu et al., 2004) ou peuvent même se réorganiser dans le même hémisphère (Liégeois et al., 2004). Dans les cas d'hémisphérectomie, cette réorganisation dans l'hémisphère controlésionnel peut entraîner un effet "*crowding*" (ou surcharge fonctionnelle) au détriment des fonctions visuospatiales

(Teuber, 1974). Cette réorganisation pourrait être survenue chez certains des participants de la présente étude, ce qui pourrait expliquer en partie l'absence de spécialisation hémisphérique pour les modalités verbale et visuospatiale. Il est également possible que des participants aient utilisé une stratégie verbale pour compenser leur difficultés visuospatiale ou une stratégie visuospatiale pour compenser leurs difficultés verbales.

Aucune mesure du modèle de spécialisation hémisphérique pour les aspects globaux et locaux n'a montré d'effet significatif du côté de la lésion, ce qui peut être expliqué par différents aspects procéduraux. En effet, deux phénomènes se présentent avec les stimuli hiérarchiques: l'effet de précédence globale et l'effet d'interférence globale (Lamb, Roberston et Knight, 1989; Navon, 1977). Le premier réside dans le fait que la composante globale des stimuli serait toujours reconnue plus rapidement que la composante locale. L'effet de précédence globale a même été observé chez des nouveaux-nés de seulement 3 mois (Colombo et al., 1995; Frick, Colombo et Ryther Allen, 2000). Dans ces études, on comparait des nouveaux-nés qui présentent des temps de fixation longs ou courts aux stimuli visuels. Seuls les nouveaux-nés qui montraient un temps de fixation court présentaient un effet de précédence globale, le temps de fixation étant corrélé aux performances cognitives (Colombo, 1993). L'effet d'interférence globale consiste en ceci que, lorsque la composante globale est différente de la composante locale, la composante globale interférerait avec la reconnaissance de la composante locale, mais non l'inverse. D'autres facteurs procéduraux peuvent influencer la perception de la composante globale ou locale dont la durée de présentation du stimulus (l'effet disparaîtrait chez les normaux lorsque la présentation est supérieure à 50 ms) (Blanca et al., 1994; Boles, 1984; Colombo et al., 1995; Evert et Kmen, 2003), le niveau de difficulté et le degré de visibilité du stimulus (Blanca et al., 1994). Certains auteurs (Boeschoten et al., 2005; Sergent, 1982; Shulman et al., 1986) croient que l'hémisphère droit serait en fait spécialisé

dans le traitement des stimuli visuels à basse fréquence spatiale, ce qui lui donnerait un avantage pour la perception des composantes globales et que l'hémisphère gauche serait spécialisé dans le traitement des stimuli à haute fréquence, lui donnant un avantage pour les composantes locales. Des études plus récentes montrent cependant que, bien que la fréquence spatiale et la perception des composantes globales et locales soient intercorrélées, elles ne seraient pas équivalentes (Fink et al., 1999; Grabowska et Nowicka, 1996).

D'un point de vue neurodéveloppemental, il est possible que certains enfants de l'étude n'avaient pas atteint une "maturité" dans la spécialisation hémisphérique des aspects globaux et locaux. En effet, au cours du développement, l'enfant serait d'abord spécialisé dans le traitement de l'aspect local des stimuli, puis développerait avec l'âge la capacité à visualiser et traiter l'aspect global (Akscoff et Stiles, 1995). L'étude de Moses et al., (2002) montre par imagerie par résonance magnétique fonctionnelle que, chez un groupe d'enfants à développement immature (préférence locale), l'activation serait bilatérale pour l'aspect global et il y aurait une tendance vers une activation plus importante de l'hémisphère droit pour le traitement de l'aspect local. Chez les enfants à développement mature (préférence globale), l'activation serait plus importante dans l'hémisphère droit pour l'aspect global et prédominante dans l'hémisphère gauche pour l'aspect local. Selon Roe, Moses et Stiles, (1999), les enfants atteindraient une latéralisation du traitement des aspects locaux et globaux semblable à celle de l'adulte vers l'âge de 14 ans.

Il est également possible que les participants de la présente étude aient développé des stratégies de compensation puisque l'intervalle de temps entre le premier symptôme et l'âge au test est élevé. Une étude longitudinale de Stiles et al. (1997) a mis en évidence les stratégies de compensation utilisées chez des enfants ayant subi une lésion de l'hémisphère droit ou gauche (moyenne d'années entre la lésion et l'expérimentation = 10 ans) présentant respectivement des difficultés dans le

traitement des aspects globaux et locaux dans une épreuve de dessin d'une maison (où l'enfant a la possibilité d'utiliser des stratégies de compensation), et d'une maison impossible (où les stratégies de compensation généralement utilisées sont difficiles à adapter à l'épreuve). Les participants de cette étude utilisaient des stratégies compensatoires (des schèmes graphiques) leur permettant d'améliorer leur rendement à l'épreuve du dessin de la maison, mais l'analyse qualitative du dessin de la maison impossible montrait que les difficultés étaient toujours présentes, les enfants n'utilisant pas les mêmes stratégies que les participants normaux. Polster et Rapcsak (1994) ont également montré chez deux patients ayant subi une lésion massive de l'hémisphère gauche que l'hémisphère droit pouvait prendre le relais dans le traitement des aspects locaux et ce, parfois au détriment de la configuration globale.

Le modèle des hémisymptômes n'a pas été appuyé par la présente étude, (excepté pour les éléments gauches à la Figure Complexe de Rey, effet qui n'était plus significatif en contrôlant pour les erreurs de commission) ce qui pourrait résulter de la période de récupération élevée. En effet, Stone et al. (1992) ont montré chez des patients ayant subi une lésion de l'hémisphère droit et gauche et présentant une hémiségligence contralatérale que, dans les 10 jours suivant la lésion, les patients montraient une courbe de récupération importante qui se poursuivait jusqu'à trois mois post-lésion pour atteindre un plateau. Après les trois premiers mois, la plupart des patients, même ceux qui présentaient une hémiségligence sévère, ne montraient plus de signe d'hémiségligence.

Le modèle du biais de réponse est le modèle de spécialisation hémisphérique ayant montré le meilleur potentiel pour différencier les lésés droits des gauches chez l'enfant. Il est probable que ce modèle se soit avéré plus sensible puisqu'il relève d'un processus physiologique plus primaire. En effet, à notre connaissance, aucun modèle de spécialisation hémisphérique dans la littérature ne permet d'expliquer le biais de réponse, excepté le modèle "énergétique" de Braun (2007). Ce modèle traite

d'un aspect plus primaire de la spécialisation hémisphérique que les modèles de Luria et de Delis-Kaplan qui sont basés sur les caractéristiques ou les modalités des stimuli traités. Selon le modèle énergétique, la spécialisation hémisphérique serait liée à un équilibre de la dépense énergétique du corps en glucose et en oxygène. Ainsi, lors d'une lésion à l'hémisphère gauche, l'hémisphère droit prendrait le relais dans cette opposition qui s'exprimerait par une diminution de la dépense énergétique du corps, ce qui se reflèterait dans une propension à produire des erreurs d'omission. Lors d'une lésion de l'hémisphère droit, l'hémisphère gauche s'exprimerait en augmentant la dépense énergétique du corps, et par extension, une propension à produire des erreurs de commission. Les études de cas multiples de Braun et ses collègues ont jusqu'à maintenant montré les deux spécialisations hémisphériques opposées du tonus psychique dans le registre du niveau d'activation psycho-motrice (Braun et al., 1999), de la propension à la parole (Braun et al., 2004), du système immunitaire (St-Marseille et al., 1996), de la libido (Braun et al., 2002), de la mémoire (Braun et al., 2009), de la perception visuelle (Braun et Guimond, 2008), auditive (Braun, Duval et Guimond, 2006) et somesthésique (Braun et al., 2006) et du délire (Braun et Suffren, 2010). De nombreuses études montrent également cette dissociation chez l'animal (voir Braun 2007 pour une revue).

Le modèle énergétique est également soutenu par des études utilisant différentes techniques d'imagerie qui confirment une activation prédominante de l'hémisphère droit lorsqu'il y a une baisse d'intérêt pour la sexualité et une léthargie psychomotrice et de l'hémisphère gauche lorsqu'il y a excitation sexuelle et agitation psychomotrice (Baxter et al, 1989; Bench et al., 1993; Blumberg et al., 1999; Dolan et al, 1993; Martinot et al., 1990; Migliorelli et al., 1993; Stoleru et al, 1999; Tiihonen et al, 1994). Des observations similaires sont faites par ÉEG (Cohen, Rosen et Goldstein, 1976; Drake, 1988; Koek, Yerevanian, Tachiki, Smith, Alcock et Kopelowicz, 1999; Rosen et al., 1986; Tucker et Dawson, 1984). Kang et al. (1991) ont observé que, chez les femmes présentant une forte activation frontale droite, le nombre de cellules

tueuses naturelles était significativement moins élevé que chez celles étant plus activées du côté gauche. Des manifestations du tonus psychique ont également été mises en évidence dans des études de patients cérébrolésés unilatéraux dans différentes sphères tel que les systèmes végétatifs (Colivicchi et al., 2004), le niveau d'activation psychomotrice (Blumer et Benson, 1995; Starkstein et Robinson, 1997; Yamadori et al., 1986), le système immunitaire (St-Marseille et al., 1996), la mémoire (Conway et Fthenaki, 2003; Moran et al., 2005; Rapcsak et al., 2001; Riege et al., 1982), la propension à la parole (Arseni et Danaila, 1977; Yamadori et al., 1990), la sexualité (Kimura et al., 2001; Sandel et al., 1996) et la perception (Farah, Levine et Calvanio, 1988 ; Denes et al., 2000; Schwoebel, Coslett et Buxbaum, 2001).

Les études actuelles apportent un nouveau support à ce modèle par le biais de réponse omissif versus commissif sur différents types d'épreuves cognitives et des fonctions exécutives. Il semble toutefois que plusieurs facteurs aient pu contribuer à la mise en évidence de ce biais de réponse puisqu'il n'a pas été observé sur tous les tests neuropsychologiques. Ces facteurs restent à étudier, mais les procédures particulières d'administration des tests dans les présentes études peuvent donner des pistes de réflexion. Les procédures de passation, les consignes données au/à la participant(e) et la façon de colliger les erreurs (introduites par nous pour la plupart des tests utilisés dans les présentes études), sont tous des facteurs pouvant influencer les résultats obtenus. Dans le premier article, le type d'erreur de commission a été analysé plus en détails afin de déterminer si tous les types d'erreurs de commission sont liés de la même façon au côté de la lésion. Nous avons fait la distinction entre les erreurs d'intrusion, les fausses reconnaissances et les erreurs de persévération. Aucun type d'erreur de commission n'était significativement lié au côté de la lésion, mais les erreurs d'intrusion et de persévération montraient une prédominance non-significative chez les cérébrolésés droits. Il semble donc que des facteurs liés à la nature des épreuves soient donc plus importants que le type d'erreurs de commission produites.

Certaines ressemblances peuvent être soulevées entre la Figure Complexe de Rey et le test de Fluidité Verbale du D-KEFS, les deux épreuves requérant au participant de générer des réponses de façon libre et dans un contexte où les réponses possibles sont presque infinies et les deux tests entraînant des erreurs de commission de type "intrusion". Dans le cas de la Figure Complexe de Rey, les erreurs de commission produites pouvaient être des trois types (intrusions, fausses reconnaissances et persévérations) puisqu'il aurait été subjectif de départager les erreurs d'intrusion des erreurs de persévération aux rappels libres. En effet, compte tenu que les éléments de la Figure ne sont pas toujours récupérés et dessinés exactement comme sur le modèle, il s'avère souvent difficile de déterminer si un élément qui a été transformé au rappel est une erreur d'intrusion (qui ne fait pas partie du dessin) ou une erreur de persévération (un élément dessiné en trop et qui ressemble à un élément du dessin). Au test des Fluidités Verbales du D-KEFS, seules les erreurs de type intrusion avaient été sélectionnées comme étant des erreurs de commission puisque nous voulions éviter un possible biais provenant des erreurs de persévérations tel un trouble mnésique qui entraînerait un oubli des consignes, une répétition d'un mot déjà dit par anxiété, etc. On a pu observer que le type d'erreur de commission aux Fluidités Verbales pouvait également être déterminant, les erreurs de type «difficulté de levée de l'interférence proactive» (Moscovitch, 1982) ne montrant pas d'effet de latéralisation alors que les erreurs de type «bris de règles» étaient très significativement liées au côté de la lésion.

En ce qui concerne les erreurs de commission provenant du test des Figures Récurrentes de Kimura, il s'agissait uniquement de fausses reconnaissances. Or, des analyses statistiques réalisées sur l'ensemble des épreuves n'ont montré aucune prépondérance de ce type d'erreur chez les cérébrolésés droits. Il semble donc encore une fois que des caractéristiques liées à la tâche pourraient expliquer la relation entre la présence de fausses reconnaissances et le côté de la lésion. Plusieurs épreuves neuropsychologiques sélectionnées dans cette étude généraient des fausses

reconnaisances : l'épreuve de reconnaissance de la Figure Complexe de Rey, celle des Histoires du Children's Memory Scale, celle du CVLT, les Figures récurrentes de Kimura (toutes des épreuves mnésiques) et finalement les fausses reconnaissances sur une tâche perceptuelle (Test global-local de dénomination de lettres). Les fausses reconnaissances étaient liées au côté de la lésion aux Figures Récurentes de Kimura et aux Histoires du CMS (ce dernier dans le sens contraire aux prédictions du modèle énergétique et présentant un effet plancher dans 9 cas). Il nous paraît donc que le test des Figures Récurentes de Kimura pourrait présenter des caractéristiques permettant la mise en évidence du biais de réponse par les erreurs de type "fausses reconnaissances". En ce sens, le test des Figures Récurentes de Kimura diffère des autres tâches de reconnaissance sur plusieurs aspects qui sont reconnus pour interférer avec le traitement par la familiarité (par opposition au souvenir ou récupération), ce type de traitement en mémoire étant connu pour générer davantage de fausses reconnaissances (Yonelinas, 2002). Premièrement, malgré que ce test ne soit pas soumis à des limites de temps strictes, la procédure de passation (un carton est tourné chaque seconde) encourage le participant à répondre rapidement, ce qui est connu pour pousser le participant à accepter des distracteurs similaires aux cibles (Doshier, 1984). Deuxièmement, le niveau de traitement de l'information pourrait être considéré comme moins élevé ou plus perceptuel que dans les autres épreuves puisqu'aucun jugement sémantique et aucun apprentissage associatif ne sont exigés, ce qui encore une fois pourrait entraîner davantage d'acceptations de distracteurs comparativement à d'autres tâches de reconnaissance (Toth, 1996). Une troisième différence entre les Figures Récurentes de Kimura et la majorité des autres tests de reconnaissance vient du fait que l'épreuve de reconnaissance est réalisée immédiatement après la présentation des stimuli cibles comparativement aux épreuves de reconnaissance de la Figure Complexe de Rey, des Histoires du CMS et du CVLT qui comportent un délai plus long entre les stimuli et la sollicitation du souvenir. Plus le délai est long entre la présentation des stimuli cibles et la reconnaissance, plus le traitement basé sur la familiarité diminue (Hockley, 1992). Le

fait que les stimuli de ce test pourraient être traités selon un jugement de familiarité pourrait donc permettre de mettre en évidence le biais de réponse.

Un autre fait intéressant concernant les mesures permettant de déterminer la latéralisation de la lésion à partir des erreurs de commission est que deux des tests s'étant avérés sensibles à la latéralisation de la lésion génèrent un nombre élevé d'erreurs de commission comparativement aux autres épreuves, ce qui pourrait être un facteur déterminant dans la sensibilité de la mesure à la latéralisation. Jusqu'à maintenant, la neuropsychologie clinique avait démontré un net biais à mesurer l'omission, c'est-à-dire, la performance aux tests. Presqu'aucune procédure de passation standard de tests neuropsychologiques ne prend en compte la tendance à produire "trop" de réponses. Un patient n'est donc jamais pénalisé pour avoir "pris une chance". Il semble donc primordial 1) d'établir des mesures d'erreurs de commission sur les tests neuropsychologiques existants et 2) de tenter de rendre ces mesures aussi sensibles que possible en modifiant certains paramètres des tâches lorsque pertinent, par exemple, en changeant les consignes de passation, en imposant des limites de temps, en modifiant les caractéristiques perceptuelles des stimuli, en optant pour des tests qui forcent le participant à générer ses propres stimuli à mémoriser (voir Ackil et Zaragoza, 1998 pour un exemple de l'effet d'une confabulation forcée sur la mémoire), en utilisant des mots plus fréquents comme cible et comme distracteurs, etc.

Les études actuelles ont également permis, en plus de mesurer la spécialisation hémisphérique, de mesurer l'effet de variables développementales sur les performances aux tests neuropsychologiques. Ces études remettent en question le principe d'équipotentialité (Lenneberg, 1967) selon lequel les deux hémisphères cérébraux ont un potentiel égal à la naissance et que la spécialisation hémisphérique se développe avec l'âge. En effet, il n'y avait pas d'interaction entre les erreurs de commission, le côté de la lésion et l'âge au premier symptôme. La spécialisation

hémisphérique pour ce type d'erreur était donc indépendante de l'âge au premier symptôme, les participants lésés très tôt dans le développement montrant la même latéralisation pour les erreurs de commission que les participants lésés plus tardivement. Par contre, les mesures de type "scolaires" ont manifesté un effet important d'âge au premier symptôme.

Les données ont permis de réfuter un principe généralement appliqué en clinique : le principe de Kennard (1938). Selon le principe de Kennard, une lésion acquise tôt dans l'enfance permet une meilleure récupération qu'une lésion acquise plus tard dans le développement, ce qui a été confirmé par les études d'hémisphérectomisés qui montraient qu'une lésion de l'hémisphère gauche en bas âge permettait aux fonctions langagières de se réorganiser complètement ou partiellement dans l'hémisphère droit (Müller et al., 1999; Maetsu et al., 2004). Dans la présente étude, la performance à plusieurs tests ainsi que la propension à produire des erreurs d'omission étaient liées à l'âge au moment de la lésion et suivaient un principe "Anti-Kennard", les participants ayant été lésés plus tôt dans l'enfance présentant des performances moins élevées et plus d'erreurs d'omission que les participants lésés plus tardivement, ce qui est concordant avec les résultats d'études récentes sur le sujet (Anderson et al., 2010; Duval et al., 2008; Verger et al., 2000; Westmacott et al., 2010). Ceci soutient donc davantage le principe de vulnérabilité de Hebb (1947;1949) qui prédit qu'une lésion acquise plus tôt entraîne une cascade de déficits s'additionnant au fil des ans. Une autre explication consiste au fait que les patients qui ont été lésés plus tôt profitent moins des années d'apprentissages scolaires les plus importantes dans le développement des habiletés de base (Duval et al., 2008). Toutefois, aucune corrélation n'a été mise en évidence entre l'âge au premier symptôme et la propension à produire des erreurs de commission, ce qui montre qu'une lésion précoce ou tardive dans l'enfance et l'adolescence est aussi délétère sur ce type d'erreur qui relève plutôt d'un "style" comportemental ou d'un effet

neurophysiologique que d'une mesure de performance cognitive qui pourrait être bonifiée par les apprentissages scolaires.

En conclusion, cette étude a permis de mettre en évidence que le biais de réponse, mais surtout les erreurs de commission, généralement négligées dans les études et la pratique clinique en neuropsychologie, sont en fait importantes afin de déterminer la latéralité d'une lésion et ce, dans des tests mesurant des fonctions cognitives diverses telles la mémoire ou les fonctions exécutives plus complexes.

Les deux études présentées comportaient toutefois certaines limites. Tout d'abord, dans le premier article, il est important de mentionner que les analyses statistiques avaient une visée exploratoire et que des tests statistiques très nombreux ont été réalisés sur le même échantillon, ce qui constitue une limite importante quant à la validité des résultats. En effet, une correction de Bonferroni aurait été beaucoup trop sévère compte tenu du nombre d'analyses effectuées ($p < 0.001$) et aucun résultat n'aurait pu passer ce seuil. Cette étude a tout de même permis de mettre en lumière les mesures les plus intéressantes pour des études futures sur le sujet. Une seconde limite concerne la taille de l'échantillon dans la deuxième étude qui était trop petite pour pouvoir obtenir des effets simples significatifs issus de l'interaction significative entre le biais de réponse sur les tâches des fonctions exécutives complexes et le côté de la lésion. Une troisième limite de cette étude est que certaines mesures auraient été intéressantes à administrer pour tester de façon plus exhaustive les différents modèles. Toutefois, la population clinique étudiée imposait des limites de temps par séance, ce qui a motivé un choix de mesures permettant de mesurer plusieurs modèles de spécialisation hémisphérique à la fois. Des mesures plus précises de langage, des mesures de commission sur des tests d'attention sélective et soutenue papier-crayon, des tests d'annulation pour l'héminégligence ne sont que des exemples de mesures qui auraient également été pertinentes à administrer.

Plusieurs études seront nécessaires dans le futur afin de déterminer avec certitude les paramètres des épreuves permettant de mesurer efficacement le biais de réponse. Des études chez des cohortes d'adultes avec des lésions plus récentes pourraient être réalisées à cet effet. Il serait également intéressant de voir si le cerveau montre une réorganisation pour cette spécialisation hémisphérique lors du vieillissement normal. Finalement des études d'imagerie fonctionnelle montrant des changements métaboliques au cours d'épreuves générant des erreurs d'omission et de commission pourraient être tentées (ex. TEP).

ANNEXE A

LETTRE D'APPROBATION DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE L'HÔPITAL DE
MONTREAL POUR ENFANTS



**Centre universitaire de santé McGill
McGill University Health Centre**

October 24, 2005

Dr. S. Daigneault
Neuropsychology
Montreal Children's Hospital

Re: PED-05-049 Hemispheric Specialization: Tests of Luria's, Delis-Kaplan's and Braun-Daigneault's Models in Brain Damaged Juveniles and Young Adults

Dear Dr. Daigneault,

The above-named research proposal received Full Board review at the convened meeting of the Montreal Children's Hospital Research Ethics Board on July 25, 2005 and was found to be within ethical guidelines for conduct at the McGill University Health Centre, and was entered accordingly into the minutes of the Research Ethics Board (REB) meeting. At the MUHC, sponsored research activities that require US federal assurance are conducted under Federal Wide Assurance (FWA) 00000840.

We are pleased to inform you that final approval for the research protocol, consent and assent document (English and French version) was provided on October 14, 2005.

All research involving human subjects requires review at a recurring interval and the current study approval is in effect until July 24, 2006 (anniversary of Initial review). It is the responsibility of the principal investigator to submit an Application for Continuing Review to the REB prior to the expiration of approval to comply with the regulation for continuing review of "at least once per year".

It is important to note that an MUHC translator has certified the validation of the translated version of the consent and assent document. As the translated text was potentially modified, the document must be reviewed by the study sponsor prior to its use. Any further modification to the REB approved and certified consent document must be identified by a revised date in the document footer, and re-submitted for review prior to its use.

The Research Ethics Boards (REBs) of the McGill University Health Centre are registered REBs working under the published guidelines of the Tri-Council Policy Statement, in compliance with the "Plan d'action ministériel en éthique de la recherche et en intégrité scientifique" (MSSS, 1998) and the Food and Drugs Act (7 June, 2001), acting in conformity with standards set forth in the (US) Code of Federal Regulations governing human subjects research, and functioning in a manner consistent with internationally accepted principles of good clinical practice.

We wish to advise you that this document completely satisfies the requirement for Research Ethics Board Attestation as stipulated by Health Canada.

The project was assigned MUHC Study Number PED-05-051 that is required as MUHC reference when communicating about the research. Should any revision to the study, or other unanticipated development occur prior to the next required review, you must advise the REB without delay. Regulation does not permit initiation of a proposed study modification prior to REB approval for the amendment.

Sincerely,

Jane McDonald, M.D., F.R.C.P.C.
Chairperson
Montreal Children's Hospital Research Ethics Board

Cc: Allison Burch
Sasha Lee





**Centre universitaire de santé McGill
McGill University Health Centre**

March 2, 2006

Dr. S. Daigneault
Neuropsychology
Montreal Children's Hospital
Room K-220

Re: PED-05-049 Hemispheric Specialization: Tests of Luria's, Delis-Kaplan's
and Braun-Daigneault's Models in Brain Damaged Juveniles and Young Adults

Dear Dr. Daigneault,

We are writing in response to your correspondence of February 28, 2006 requesting Research Ethics Board review of changes to the consent form for the aforementioned study.

We are pleased to inform you that approval of the revised letter informing adults and parents of former patients of future solicitation to participate in a research project (English and French) was provided on February 28, 2006 via expedited review by Jane McDonald, Chairperson of the Montreal Children's Hospital Research Ethics Board. This information will be entered into the minutes of the March 20, 2006 meeting of the Montreal Children's Hospital Research Ethics Board.

Should any revision to the study, or other unanticipated development occur prior to the next required review, you must advise the REB without delay. Regulation does not permit initiation of a proposed study modification prior to REB approval for the amendment.

Sincerely,

Elizabeth Craven
Coordinator, Research Ethics Board
Montreal Children's Hospital

/ec



ANNEXE B

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ET LETTRE AVISANT D'UNE FUTURE
SOLLICITATION

Centre Universitaire de Santé McGill
Hôpital de Montréal pour enfants

Centre de Neurosciences de la
Cognition
Université du Québec À Montréal

FORMULAIRE D'ACCORD POUR PARTICIPANTS de 8 à 14 ans

Titre de la recherche : Confrontation des modèles de Luria, de Delis-Kaplan et de Braun-Daigneault concernant les conséquences de lésions cérébrales unilatérales chez les adolescent(e)s et jeunes adultes.

Organisme subventionnaire : Cette étude est subventionnée par l'organisme Fonds pour la Recherche en Santé du Québec (FRSQ).

Les responsables : Les chercheurs responsables de ce projet sont Claude M.J. Braun, PhD, Professeur titulaire, Psychologie, UQAM, (514-987-3000-#4814) et Sylvie Daigneault, PhD, Neuropsychologue clinicienne, Hôpital de Montréal pour Enfants et Professeure adjointe au Laboratoire de Neurosciences de la Cognition, UQAM, (514-412-4400 #22183).

Introduction. Ce projet vise à faire avancer notre compréhension du cerveau. Plus spécifiquement, nous voulons 1) vérifier si un nouveau test sera un bon instrument en neuropsychologie, et 2) tester diverses croyances sur des différences entre les deux côtés du cerveau.

Procédure et méthode. L'évaluation est composée des tests qui ressemblent à des jeux, comme des jeux de mémoire. La procédure complète durera deux heures et demie au maximum. Puisque nous devons recueillir des données médicales précises, nous consulterons ton dossier de psychologie et si nécessaire ton dossier médical. Environ 60 individus qui ont eu au cours de leur enfance une lésion au cerveau participeront à cette recherche.

Risques et bénéfices. Il n'y a aucun risque pour ta santé physique ou mentale. Ta participation à cette recherche ne te donnera pas vraiment quelque chose. La somme de 30\$ sera versée à tes parents afin de couvrir les dépenses encourues et comme petite récompense pour ta collaboration. Après l'évaluation, un bref rapport écrit sera envoyé par la poste à tes parents s'ils le désirent.

Confidentialité. Toute information liée à ce projet sera strictement confidentielle et anonyme ce qui veut dire qu'il n'y a que Dr Braun, Dr Daigneault et deux étudiantes de Doctorat en neuropsychologie de l'UQAM qui pourront si nécessaire savoir comment tu as réussi les tâches, car aussitôt que tu acceptes de participer, on t'assigne un numéro, on conserve sous clés à deux endroits une liste des noms des participants avec leur numéro et ainsi, sur les prochains documents et tes tests ton nom n'apparaît plus, remplacé par ton numéro. À l'intérieur des lois canadiennes qui protègent l'anonymat, ton nom ne sera en aucun cas dévoilé.

Tes droits seront respectés. Tu as le droit de ne pas faire les tests et même d'arrêter n'importe quand pendant que tu fais les tâches de la recherche, sans conséquence pour toi, même que l'argent serait donné quand même à tes parents. Tout autre service de l'Hôpital de Montréal pour Enfants ne dépend pas de ta participation à cette recherche. Si tu veux bien participer à la recherche, mais que tu as des questions, tu les poses à tes parents et s'ils ne connaissent pas la réponse, ils savent qui joindre pour se renseigner et te donner la bonne réponse.

Si tu as des questions concernant tes droits ou une plainte à formuler comme participant à cette recherche, tu peux contacter, ou demander à tes parents de contacter l'ombudsman de l'Hôpital de Montréal pour Enfants : Élisabeth Gibbon au 514-412-4400, poste : 22223.

J'ai bien compris le contenu de ce formulaire et on a répondu à mes questions. Je signe ici pour signifier que je veux bien, sans y avoir été forcé, participer à ce projet de recherche.

Date _____

Nom du participant _____

Signature du participant _____

Signature de la personne qui obtient le consentement _____

N.B. Une copie de ce formulaire doit être remise à chaque signataire.

**Centre universitaire de santé McGill
Hôpital de Montréal pour enfants**

**Centre de neurosciences de la cognition
Université du Québec à Montréal**

**LETTRE AVISANT D'UNE FUTURE SOLLICITATION
EN VUE D'UNE PARTICIPATION À UN PROJET DE RECHERCHE
Destinée aux parents**

Cher , Chère Chers (nom du ou des parents du/de la patientE),

J'ai eu la chance d'évaluer votre enfant (son nom) en neuropsychologie à l'Hôpital de Montréal pour enfants en (mois et année). Je vous écris pour vous inviter à faire participer votre enfant à une recherche scientifique à laquelle je participe comme l'une des chercheurs.

Le projet a pour titre : **Confrontation des modèles de Luria, de Delis-Kaplan et de Braun-Daigneault concernant les conséquences de lésions cérébrales unilatérales diagnostiquées chez l'enfant.** Cette étude est subventionnée par l'organisme du Fonds de la recherche en santé du Québec. Les chercheurs responsables de ce projet sont Claude M.J. Braun, Ph.D, professeur titulaire à l'UQÀM et moi-même, neuropsychologue à l'Hôpital de Montréal pour enfants.

Ce projet de recherche vise à développer des outils de diagnostic neuropsychologique ainsi qu'à mieux comprendre le fonctionnement de chaque hémisphère du cerveau. Votre enfant aura à effectuer différentes tâches, semblables à celles utilisées lors de son évaluation avec moi, à quoi, s'il est âgé de quinze ans ou plus, s'ajoute une tâche sur ordinateur. Tout ceci sans aucun risque pour votre santé. La session devrait durer deux heures ou, si il a plus de quinze ans, entre trois et trois heures et demie.

Bien que je souhaite votre participation, je tiens à ce que vous sachiez que cette invitation n'est pas un service de l'Hôpital pour assurer la santé de votre enfant, mais bien un projet de recherche auquel vous et votre enfant avez le loisir de participer ou pas, sans que sa santé ne soit en cause. De plus, que vous acceptiez ou pas de participer à cette recherche scientifique, cela n'affectera en rien les services médicaux auxquels votre enfant a droit.

Veuillez s'il vous plaît remplir le coupon réponse ci-joint et nous le faire parvenir le plus rapidement possible. Si dans une ou deux semaines, je n'ai pas reçu votre coupon réponse avec une mention de refus, je vais tenter de vous contacter pour vous expliquer davantage le projet, pour répondre à vos questions et finalement, si vous et votre enfant acceptez de participer, pour fixer un rendez-vous.

Au plaisir de vous revoir peut-être,

Sylvie Daigneault, Ph.D., Neuropsychologue
Hôpital de Montréal pour enfants
(514) 412-4400, poste 22183

COUPON RÉPONSE

____ REFUS - Nous ne voulons pas que Dre Daigneault tente de nous joindre au sujet du projet de recherche intitulé : « Confrontation des modèles de Luria, de Delis-Kaplan et de Braun-Daigneault concernant les conséquences de lésions cérébrales unilatérales diagnostiquées chez l'enfant ».

____ ACCEPTATION - Nous acceptons que Dre Daigneault tente de nous joindre au sujet du projet de recherche intitulé : « Confrontation des modèles de Luria, de Delis-Kaplan et de Braun-Daigneault concernant les conséquences de lésions cérébrales unilatérales diagnostiquées chez l'enfant ».

Nom de la personne directement concernée par cette étude :

Numéro de téléphone à domicile de la personne
directement concernée par cette recherche : _____

Numéro de téléphone des parents (si pertinent) : _____

Signature de la personne directement
concernée par cette recherche: _____

Signature des parents (si pertinent) : _____

ANNEXE C

QUESTIONNAIRE INITIAL

Questionnaire (administré oralement)

Âge : _____ Genre (encrer) : Masculin Féminin

Dominance manuelle (encrer) : Droite Gauche

Nombre d'années de scolarité : _____

Langue maternelle (encrer) : 1. Français 2. Anglais 3. Autre

Occupation actuelle (encrer) : 1. Sans emploi 2. Col bleu 3. Col blanc
4. Professionnel 5. Étudiant 6. Programme de
réinsertion au travail

Occupation précédant le traumatisme (encrer) : 1. Sans emploi 2. Col bleu
3. Col blanc 4. Professionnel 5. Étudiant
6. Programme de réinsertion au travail

Consommation d'alcool hebdomadaire (encrer) :
1. Plusieurs verres par jours 2. Quotidienne (1 verre ou 2) 3. Occasionnelle 4. Rare
5. Inexistante

Consommation de drogues (encrer) ? 1. Fréquente (une fois / semaine ou plus) 2.
Occasionnelle (moins d'une fois/semaine) 3. Rare 4. Inexistante

Si oui, quelle drogue consommez-
vous? _____

Avez-vous eu certaines difficultés à la petite école (1-2 année, année doublée...)?

Si oui, quelles étaient les difficultés
scolaires ? _____

Aviez-vous des difficultés scolaires avant la
lésion? _____

Si la lésion est survenue avant l'entrée à l'école, quel est l'historique
familial des troubles
d'apprentissage? _____

Vous a-t-on déjà dit que vous étiez
dyslexique? _____

Avez-vous déjà reçu un diagnostic psychiatrique ou psychologique (ex. TDAH, autisme, syndrome Gilles de la Tourette, maniaque-dépression)? _____

Avez-vous des problèmes médicaux (autres que la lésion) (ex : syndrome génétique)?

Si oui (et pertinent)

le(s)quel(s): _____

—

Quand en avez-vous eu le diagnostic (pré ou post-lésion)? _____

Où avez-vous été traité pour ce problème médical? _____

Quel a été le traitement? _____

Prenez-vous toujours certains médicaments en lien avec cette atteinte? _____

Avez-vous déjà fait de l'épilepsie? _____

Si oui, à quand remonte la dernière crise? _____

Médication actuelle pour l'épilepsie : _____

Prenez-vous des médicaments actuellement? _____

Si oui,

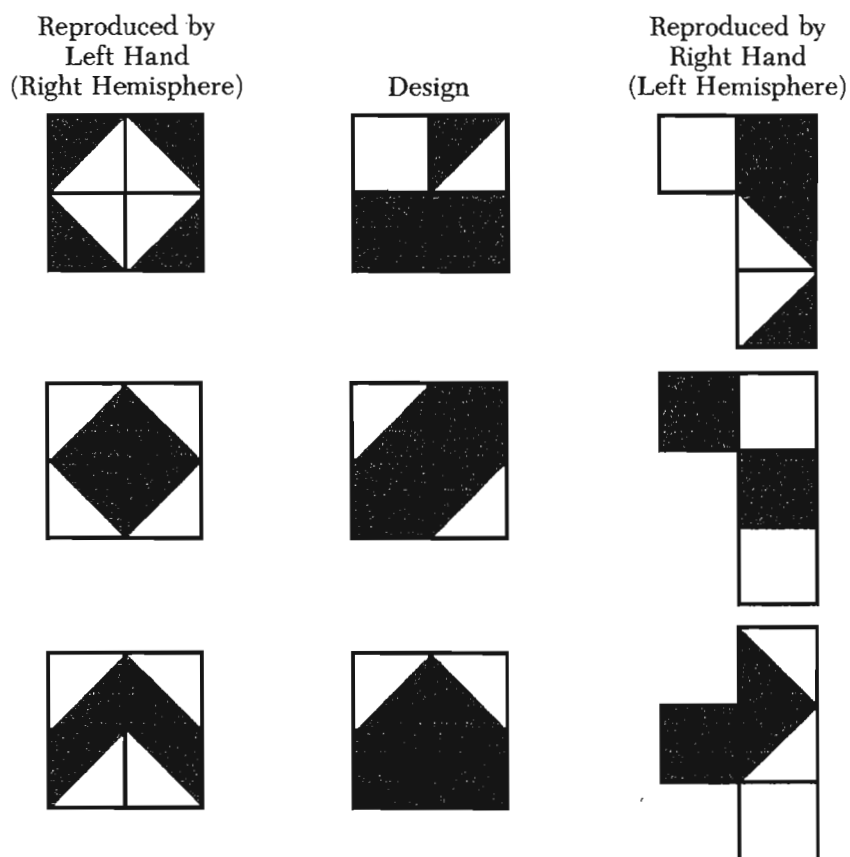
le(s)quel(s) _____

Avez-vous des symptômes neurologiques résiduels de votre lésion (Ex. hémianopsie, perte de sensibilité, aphasie, etc.)? _____

ANNEXE D

REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS GLOBAUX ET LOCAUX AU SOUS-
TEST DESSIN AVEC BLOCS DU WAIS-R NI (KAPLAN ET AL., 1991)

6. Block Design

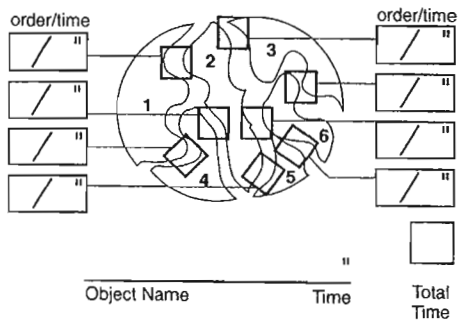


Reproduction au sous-test dessins avec blocs du WAIS-R NI par des commissurectomisés utilisant la main gauche (colonne de gauche) et la main droite (colonne de droite). Les patients utilisant la main gauche se servent de l'hémisphère droit afin de réaliser l'épreuve. Ils ont ainsi plus tendance à produire des erreurs liées à la configuration locale (motif interne) mais respectent la configuration globale (carré formé par les quatre blocs). Les patients utilisant la main droite font appel à l'hémisphère gauche. Selon Kaplan, ils ont donc tendance à produire des bris de la configuration globale, mais respectent relativement les éléments internes (par exemple, dans le dernier item de la colonne de droite, on remarque la présence du triangle rouge dans la production du patient, malgré le bris de configuration globale).

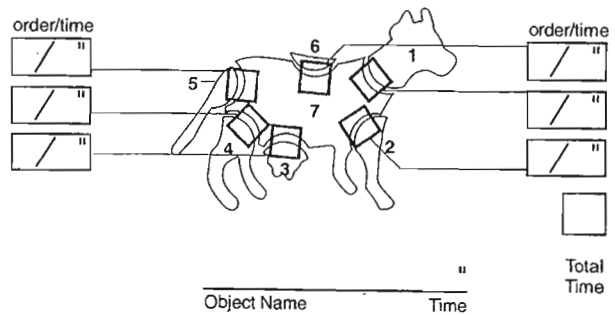
ANNEXE E

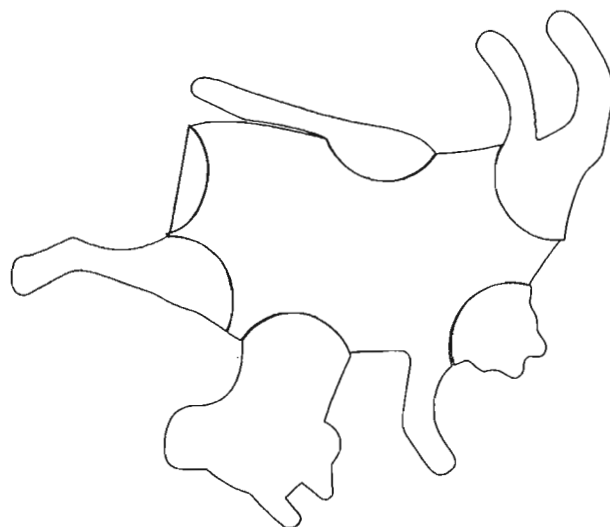
CASSE-TÊTES C-2 ET C-3 ET TYPE D'ERREURS PRODUITES AU SOUS-TEST ASSEMBLAGE D'OBJETS DU WAIS-R NI (KAPLAN ET AL., 1991)

6. Circle
C-2

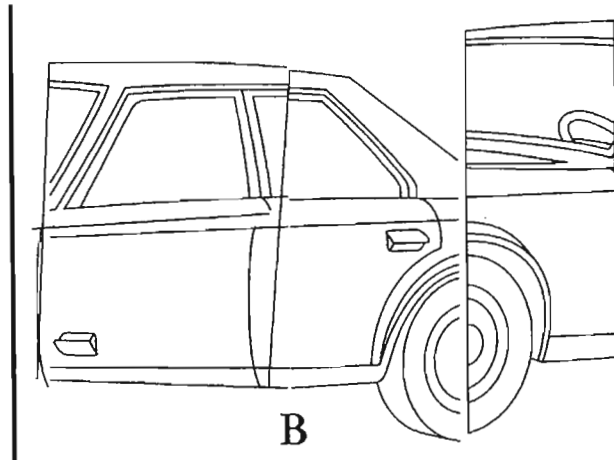
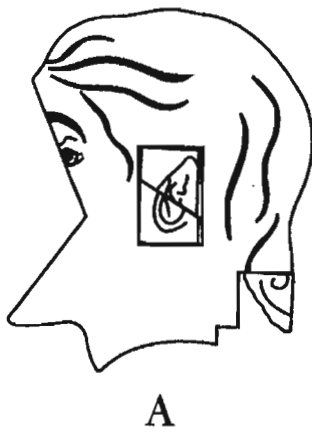


7. Cow
C-3



8. Object Assembly

Type d'erreur produite par un lésé gauche au sous-test assemblage d'objets du WAIS-R NI. La réussite de cet item dépend uniquement de la capacité à comprendre la structure globale de l'item puisque toutes les jonctions à l'intérieur du casse-tête ont la même forme.



Type d'erreur produite par un lésé droit. Dans l'image A, on aperçoit que les deux pièces peuvent être inversés si on ne tient compte que des jonctions internes du casse-tête et non de la forme globale de celui-ci puisqu'ils ont la même forme.

ANNEXE F

CONSIGNES DE PASSATION POUR LA FIGURE COMPLEXE DE REY

Consignes de passation de la Figure Complexe de Rey

Rappel immédiat

« Pour le prochain exercice, je vais te montrer un dessin, qui est un genre de figure géométrique plutôt complexe, pendant une minute et demie, pas plus. Regarde la attentivement et retiens le plus de choses que tu es capable parce que je vais te demander de la dessiner de mémoire après avoir retiré la figure ».

« Maintenant, dessine-moi la figure que je viens de te montrer de mémoire. Dessine tout ce dont tu te rappelles ».

« Est-ce qu'il y a d'autre chose dont tu te souviens? Il faut que tu dessines tout ce dont tu te rappelles, même si tu n'es pas sûr ou le placer ».

« Très bien. Dans 30 minutes, je vais te demander à nouveau de la dessiner de mémoire. »

Rappel différé

« Est-ce que tu te souviens du dessin que je t'ai montré au début et que tu m'as dessiné de mémoire? Essaie de te rappeler ce dessin et redessine-le moi sur cette feuille. Vas-y. »

« Est-ce qu'il y a d'autre chose dont tu te souviens? Il faut que tu dessines tout ce dont tu te rappelles, même si tu n'es pas sûr ou le placer ».

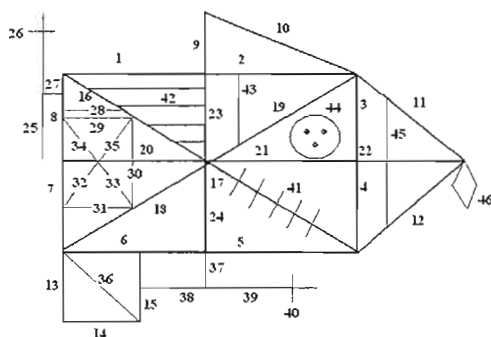
« Très bien ».

Reconnaissance différée

« Maintenant, je vais te montrer différents dessins. Tu vas me dire si tu les as vus dans le dessin que je t'ai montré au début que tu devais mettre dans ta mémoire. Réponds seulement par oui ou par non. Si tu n'es pas sûre d'une réponse, tu peux la deviner ».

ANNEXE G

PROTOCOLE DE LA FIGURE COMPLEXE DE REY

**Critères de correction :**

2 pts : L'élément est dessiné correctement et bien placé.

1pt : L'élément est correctement placé mais mal dessiné ou l'inverse

0.5 pt : L'élément n'est pas correctement placé, ni dessiné, mais reconnaissable.

0 : l'élément n'est pas présent ou non reconnaissable.

1. Segment supérieur gauche du grand rectangle
2. Segment supérieur droit du grand rectangle
3. Partie du haut du segment de droite du rectangle
4. Partie du bas du segment de droite du rectangle
5. Partie droite du segment du bas du rectangle
6. Partie gauche du segment du bas du rectangle
7. Partie du bas du segment de gauche du grand rectangle
8. Partie du haut du segment de gauche du grand rectangle
9. Segment vertical du triangle-rectangle
10. Segment diagonal du triangle-rectangle
11. Segment du haut du triangle de droite
12. Segment du bas du triangle de droite
13. Segment de gauche du petit carré
14. Segment du bas du petit carré
15. Segment de droite du petit carré
16. Segment diagonal supérieur gauche
17. Segment diagonal inférieur droit
18. Segment diagonal inférieur gauche
19. Segment diagonal supérieur droit
20. Grand segment horizontal, partie de gauche
21. Grand segment horizontal, partie de droite
22. Grand segment horizontal, séparant le triangle de droite
23. Grand segment vertical, partie du haut
24. Grand segment vertical, partie du bas

ÉLÉMENTS LOCAUX

25. Grand segment vertical de la croix
26. Petit segment horizontal sur la croix
27. Petit segment rattachant la croix au grand rectangle
28. Petit segment au dessus du rectangle
29. Segment du haut du rectangle
30. Segment gauche du rectangle
31. Segment du bas du rectangle
32. Segment diagonal inférieur gauche à l'intérieur du rectangle
33. Segment diagonal inférieur droit à l'intérieur du rectangle
34. Segment diagonal supérieur gauche à l'intérieur du rectangle
35. Segment diagonal supérieur droit à l'intérieur du rectangle
36. Segment diagonal dans le petit carré
37. Petit segment vertical rattachant la croix au grand rectangle
38. Segment horizontal de la croix, partie gauche
39. Segment horizontal de la croix, partie de droite

	Rap.Imm.	Rap.Diff.	
1.	_____	_____	G
2.	_____	_____	D
3.	_____	_____	D
4.	_____	_____	D
5.	_____	_____	D
6.	_____	_____	G
7.	_____	_____	G
8.	_____	_____	G
9.	_____	_____	G
10.	_____	_____	D
11.	_____	_____	D
12.	_____	_____	D
13.	_____	_____	G
14.	_____	_____	G
15.	_____	_____	G
16.	_____	_____	G
17.	_____	_____	D
18.	_____	_____	D
19.	_____	_____	D
20.	_____	_____	G
21.	_____	_____	D
22.	_____	_____	D
23.	_____	_____	G
24.	_____	_____	G
Total	_____	_____	
Global	_____	_____	
25.	_____	_____	G
26.	_____	_____	G
27.	_____	_____	G
28.	_____	_____	G
29.	_____	_____	G
30.	_____	_____	G
31.	_____	_____	G
32.	_____	_____	G
33.	_____	_____	G
34.	_____	_____	G
35.	_____	_____	G
36.	_____	_____	G
37.	_____	_____	G
38.	_____	_____	G
39.	_____	_____	D
40.	_____	_____	D
41.	_____	_____	D
42.	_____	_____	G
43.	_____	_____	G
44.	_____	_____	D
45.	_____	_____	D
46.	_____	_____	D
Total	_____	_____	
Local	_____	_____	

40. Petit segment vertical sur la croix
41. 5 lignes parallèles sur le segment diagonal inférieur droit
42. 4 lignes parallèles dans le quadrant supérieur gauche du rectangle
43. Segment vertical dans le quadrant supérieur gauche du rectangle
44. Cercle avec 3 points
45. Segment vertical dans le triangle
46. Losange à l'extrémité droite de la figure, rattaché au triangle.

Nombre d'éléments omis : _____ ajoutés : _____
 Score éléments de droite : _____ gauche : _____

FIGURE COMPLEXE DE REY : Reconnaissance

- | | | | |
|-----|------------|------------|--------------|
| 1. | Oui | Non | |
| 2. | Oui | Non | Droit |
| 3. | Oui | Non | |
| 4. | Oui | Non | |
| 5. | Oui | Non | Local Droit |
| 6. | Oui | Non | |
| 7. | Oui | Non | Local Gauche |
| 8. | Oui | Non | Local Gauche |
| 9. | Oui | Non | Local Droit |
| 10. | Oui | Non | |
| 11. | Oui | Non | |
| 12. | Oui | Non | Gauche |
| 13. | Oui | Non | Droit |
| 14. | Oui | Non | |
| 15. | Oui | Non | Global |
| 16. | Oui | Non | |
| 17. | Oui | Non | |
| 18. | Oui | Non | |
| 19. | Oui | Non | Global |
| 20. | Oui | Non | Droit |
| 21. | Oui | Non | |
| 22. | Oui | Non | Local Gauche |
| 23. | Oui | Non | |
| 24. | Oui | Non | Local |

Nombre de vrais positifs : _____/12 dont
 _____ Globaux (/2) et _____ Locaux (/6)
 _____ Droits (/5) et _____ Gauches (/4)

Nombre de faux positifs (commission): _____
 Nombre de faux négatifs (omission) : _____

ANNEXE H

ÉLÉMENTS GLOBAUX ET LOCAUX TEL QUE CONCEPTUALISÉS PAR
BINDER (1982)

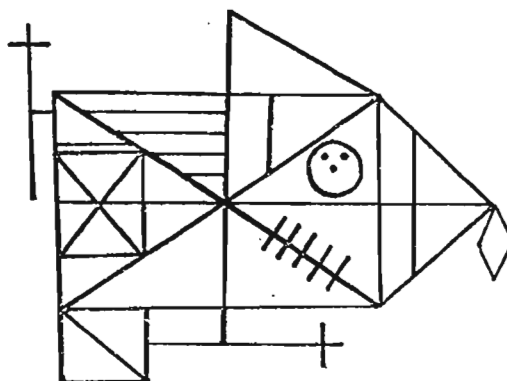


Fig. 1. Complex Figure.

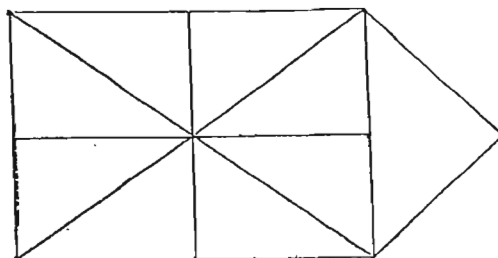
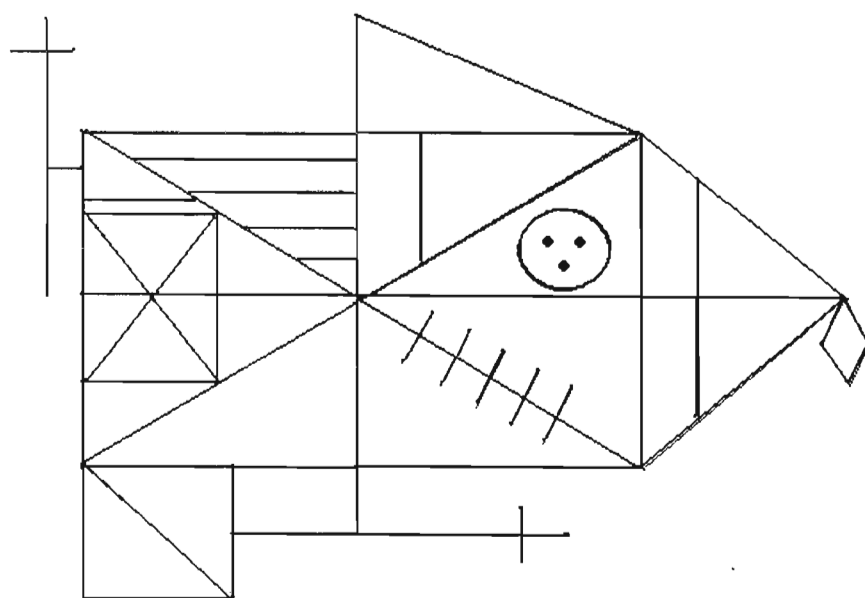


Fig. 2. Configural Scoring Units of Complex Figure.

ANNEXE I

PROTOCOLE DE LA FIGURE COMPLEXE DE REY SELON LA LATÉRALITÉ
(DENMAN, 1984).



ANNEXE J

CONSIGNES DE PASSATION DES HISTOIRES DE L'ÉCHELLE DE MÉMOIRE POUR ENFANTS

Consignes de passation des histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants

« Pour cette épreuve, je vais t'enregistrer. Plus tard, je pourrai de cette façon reporter exactement tout ce que tu as dit ».

Rappel immédiat

« Je vais te lire une petite histoire. Écoute-la très attentivement et essaie de t'en souvenir du mieux que tu peux. Quand j'aurai fini de la lire, tu me rediras l'histoire le plus exactement que possible de la façon dont je te l'ai contée. Est-ce que tu comprends ? »

Lire l'histoire C :

« Claire et Marie marchaient sur le chemin de l'école. En passant devant un magasin d'alimentation, elles ont vu deux hommes sortir en courant avec un gros sac rempli de billets. Les hommes ont sauté dans une voiture noire et se sont enfuis très rapidement. Quand la police est arrivée, Claire leur a indiqué la couleur de la voiture. Marie a dit à la police qu'un des hommes était petit et que l'autre était grand. C'est parce que les filles étaient au bon endroit au bon moment que les hommes ont été arrêtés un mois plus tard et que l'argent a été rendu ».

« Maintenant, redis-moi l'histoire. Commence par le début et essaie de ne rien oublier ».

« Est-ce que tu te souviens d'autre chose de l'histoire? Tu peux me dire d'autres détails, même si tu n'es pas certain ».

« Très bien ».

« Maintenant, je vais te lire une autre histoire. Écoute-la très attentivement et essaie de t'en souvenir du mieux que tu peux. Quand j'aurai fini de la lire, tu me répéteras l'histoire le plus exactement que possible de la façon que je te l'ai contée ».

Lire l'histoire D :

« Julie a pris des leçons de secourisme à l'école. Un samedi matin du mois de mars, elle marchait au bord du lac Léman et elle vit, dans un bateau à moteur, deux hommes en train de pêcher. L'homme qui conduisait le bateau n'avait pas

vu une bouée de sécurité et heurta un rocher qui était sous l'eau. Le bateau se mit à couler. Julie sauta dans l'eau et aida les hommes à nager jusqu'au bord. En entendant cette histoire, la garde forestière proposa à Julie un travail d'été comme secouriste ».

« Maintenant, répète-moi l'histoire. Commence par le début et essaie de ne rien oublier ».

« Est-ce que tu te souviens de d'autre chose de l'histoire? Tu peux me dire d'autres détails, même si tu n'es pas certain ».

« Très bien ».

« Souviens-toi bien de ces deux histoires, parce que je vais te demander de me les redire à nouveau plus tard ».

Rappel différé

« Pour cette épreuve, je vais t'enregistrer. Plus tard, je pourrai de cette façon, retenir exactement tout ce que tu as dit ».

« Tu te souviens de l'histoire que je t'ai lue à propos du vol? Raconte-moi cette histoire une nouvelle fois. Si tu ne te souviens pas de toute l'histoire, essaie de me raconter tout ce dont tu te souviens ».

« Est-ce que tu te souviens d'autre chose de l'histoire? Tu peux me dire d'autres détails, même si tu n'es pas certain ».

« Très bien ».

« Maintenant, raconte-moi l'histoire du sauvetage. Si tu ne te souviens pas de toute l'histoire, essaie de me raconter tout ce dont tu te souviens ».

« Est-ce que tu te souviens d'autre chose de l'histoire? Tu peux me dire d'autres détails, même si tu n'es pas certain ».

« Très bien ».

Reconnaissance différée

« Je vais te poser quelques questions sur l'histoire du vol. Si tu n'es pas sûre d'une réponse, tu peux la deviner ».

« Je vais te poser quelques questions sur l'histoire du sauvetage. Si tu n'es pas sûre d'une réponse, tu peux la deviner ».

ANNEXE K

TEST D'APPRENTISSAGE VERBAL DE CALIFORNIE (CVLT)

CONSIGNES: (1 mot par seconde)

Liste du lundi – 1

« Supposons que vous allez magasiner lundi. Je vais vous lire une liste d'items que vous devez acheter.

Écoutez-moi bien parce que lorsque j'aurai terminé de lire la liste, je vais vous demander de me donner le plus grand nombre de choses de cette liste que vous pouvez. Êtes-vous prêt(e) » ?

Après la lecture: « Dites-moi le plus d'items possible; Est-ce que vous vous rappelez d'autres items »?

Liste du lundi – 2

« Je vais vous lire la liste du lundi de nouveau. Encore une fois, essayez de me donner le plus d'items possible, peu importe l'ordre et en me redisant les items que vous m'avez déjà dits ».

Liste du lundi – 3 à 5

« Je vais vous répéter encore la liste du lundi. Encore une fois, j'aimerais que vous me donniez le plus d'items possible ».

LUNDI	Essai 1		Essai 2		Essai 3		Essai 4		Essai 5	
Sardine										
Banane										
Manteau										
Tulipe										
Melon										
Jonquille										
Soulier										
Truite										
Œillet										
Fraise										
Hareng										
Veston										
Jacinthe										
Citron										
Morue										
Robe										
Correction /16										
Persévérations										
Intrusions (commissions)										
Omissions										

CONSIGNES: (1 mot par seconde)

Liste du mardi

« Maintenant, supposons que vous allez de nouveau magasiner, mais cette fois le mardi. Je vais vous lire une nouvelle liste de choses que vous devez acheter.

Lorsque j'aurai terminé, je vais vous demander de me donner le plus grand nombre de choses de cette nouvelle liste. Vous pouvez les donner dans l'ordre que vous voulez. Êtes-vous prêt(e) »?

Après la lecture: « Dites-moi le plus d'items possible; Est-ce que vous vous rappelez d'autres items? Vous pouvez les dire, même si vous n'êtes pas certain ».

Rappel immédiat liste A (Lundi)

« Maintenant, j'aimerais que vous me donniez tous les items dont vous vous souvenez de la liste du lundi. La liste du lundi était la première liste que je vous ai lue, celle que je vous ai lue 5 fois. Donnez-moi seulement les items qui étaient sur la liste du lundi.

Est-ce que vous vous rappelez d'autres items? Vous pouvez les dire, même si vous n'êtes pas certain ».

Rappel immédiat indicé liste A (lundi)

« Maintenant, dites-moi tous les items de la liste de magasinage du lundi qui sont des fruits ».

Mardi	Rappel mardi	Rappel lundi	Rappel indicé du lundi	
Divan			FRUITS	FLEURS
Poire				
Radis				
Marguerite				
Bleuet				
Poêle				
Muguet				
Piment			VÊTEMENTS	POISSONS
Iris				
Raisin				
Betterave				
Sofa				
Orange				
Asperge				
Lilas				
Table				
Correction				
Persévération				
Intrusion (commissions)				
Omission				

Rappel différé liste A (lundi)

« Tantôt, je vous ai donné des listes de magasinage à apprendre. Maintenant, j'aimerais que vous me donniez tous les items dont vous vous souvenez de la liste du lundi. La liste du lundi était la première liste que je vous ai lue, celle que je vous ai lu 5 fois. Allez-y. Est-ce que vous vous rappelez d'autres items? Vous pouvez les dire, même si vous n'êtes pas certain ».

Rappel différé indicé liste A (lundi)

« Maintenant, dites-moi tous les items de la liste de magasinage du lundi qui sont des fruits (fleurs / vêtements / poissons) ».

Reconnaissance

« Je vais maintenant vous lire une liste d'items que l'on peut acheter. Pour chaque item, je veux que vous me disiez si oui ou non il faisait partie de la liste du lundi ».

Rappel différé lundi	Rappel différé indicé		Reconnaissance		
	FRUITS	FLEURS	Soulier**	Melon**	
			Muguet	Jupe	
			Pomme	Asperge	
			Piment	Jonquille**	
			Briquet	Carton	
			Chandail	Pêche	
			Encens	Marguerite	
			Lys	Robe**	
			Veston**	Livre	
			Aspirine	Tulipe**	
	VÊTEMENTS	POISSONS	Marteau	Anchois	
			Sardine**	Manteau**	
			Citron**	Prune	
			Poêle	Violette	
			Rose	Tartine	
			Poire	Banane**	
			Saumon	Truite**	
			Cabane	Raisin	
			Œillet**	Glaise	
			Film	Vitamine	
			Framboise	Morue**	
			Hareng**	Table	
			Malette	Brochet	
Correction /16			Chaussures	Jacinthe**	
Persévération			Béquille	Gilet	
Intrusion (com.)			Fraise**	Beignet	
Omission			Horloge	Lime	
			Blouse	Savon	
				Thon	
Réponses correctes (vrais positifs/vrais négatifs)					
Omissions (Faux négatifs)					
Commissions (faux positifs)					

Bonnes réponses	Leurres Liste B	Leurres sémantiquement liées	Leurres non sémantiquement liées
Soulier	Muguet	Lys	Briquet
Veston	Piment	Blouse	Encens
Sardine	Poêle	Prune	Aspirine
Citron	Poire	Brochet	Marteau
Œillet	Asperge	Pomme	Cabane
Hareng	Marguerite	Chandail	Film
Fraise	Raisin	Jupe	Malette
Melon	Table	Framboise	Béquille
Jonquille		Pêche	Horloge
Robe		Rose	Carton
Tulipe		Saumon	Livre
Manteau		Chaussure	Tartine
Banane		Lime	Glaise
Truite		Violette	Vitamine
Morue		Anchois	Beignet
Jacinthe		Gilet	Savon
		Thon	

En gras: Distracteurs ajoutés à la procédure standard du CVLT

ANNEXE L

CONSIGNES DE PASSATION DU TEST DES FIGURES RÉCURRENTES DE KIMURA (1963)

Essai

« Je vais maintenant vous montrer des cartons sur lesquels vous allez voir des figures. Certaines sont des figures géométriques, d'autres sont des figures qui n'ont pas de sens. Pour l'essai, vous devez les regarder attentivement et simplement me dire, le plus vite possible, mais sans faire d'erreur, si je vous présente une figure que vous avez déjà vue dans les cartons précédents. Vous devez me répondre par oui ou par non ».

(montrer les 20 premiers cartons, à une fréquence de 3 secondes chacun)

Test

« Nous allons maintenant faire comme dans l'essai. Je vous montre des figures que vous regardez attentivement, et vous me dites, pour chacune, si vous l'avez déjà vue dans les cartons précédents, y compris ceux que vous avez vus dans la période d'essai. Vous devez répondre par oui ou non, le plus vite possible, mais sans faire d'erreurs ».

(montrer les cartons, 3 secondes/carton, prendre une petite pause entre chaque tranche de 20 cartons)

ANNEXE M

TEST GLOBAL/LOCAL DE DÉNOMINATION DE LETTRES

Test global/local de dénomination de lettres

Procédures d'administration

Les deux exemples doivent d'abord être présentés au participant et il doit trouver les lettres majuscules dans ceux-ci. Si le participant ne trouve pas les lettres, on doit lui expliquer comment les trouver jusqu'à ce qu'il obtienne les bonnes réponses, sans quoi, le test ne peut être administré. Ensuite, on présente les quatre feuilles de test pendant 60 secondes chacune et on note toutes les réponses du participant dans l'espace prévu à cet effet sur la grille de cotation.

Il est primordial de noter les réponses fournies par le participant pendant les 30 premières secondes sur la première ligne de la grille de cotation et les réponses fournies entre les 30^e et 60^e secondes sur la deuxième ligne de la grille de cotation.

Procédures de cotation

- La cotation du test se fait sur la GRILLE DE COTATION du test global/local de dénomination de lettres.
- Compléter la section « démographie du participant » avant de commencer le test.
- Noter toutes les réponses du participant dans la section « réponses du participant ».
- Utiliser la liste « liste des bonnes réponses » pour compléter la section suivante.
- En classant les réponses du participant à l'aide de la « liste des bonnes réponses », compléter la cotation des réponses obtenues entre 0-30 secondes séparément des réponses obtenues entre 30-60 secondes.

Test global/local de dénomination de lettres

Consignes :

Regardez cette image (montrer l'exemple 1). Dans cette image, il y a une grande lettre majuscule formée de plusieurs petites lettres majuscules. Est-ce que vous voyez la grande lettre sur cette image ? Quelle est-elle ? Est-ce que vous voyez les petites lettres sur cette image ? Quelle est la petite lettre ? (s'il ne voit pas la petite ou la grande lettre, lui montrer et expliquer le stimulus).

Dans l'exercice, vous allez devoir chercher des lettres majuscules. Ces lettres doivent être à l'endroit, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas être à l'envers. Les lettres que vous cherchez peuvent être petites ou grandes, comme dans l'image que vous venez de voir. Maintenant, regardez cette image (montrer l'exemple 2). Voyez-vous une bonne réponse dans cette image ? Quelle est-elle ? (S'il ne fournit pas la bonne réponse, réexpliquer et lui montrer la bonne réponse. S'il ne voit pas la bonne réponse malgré les explications, le test ne peut pas être administré).

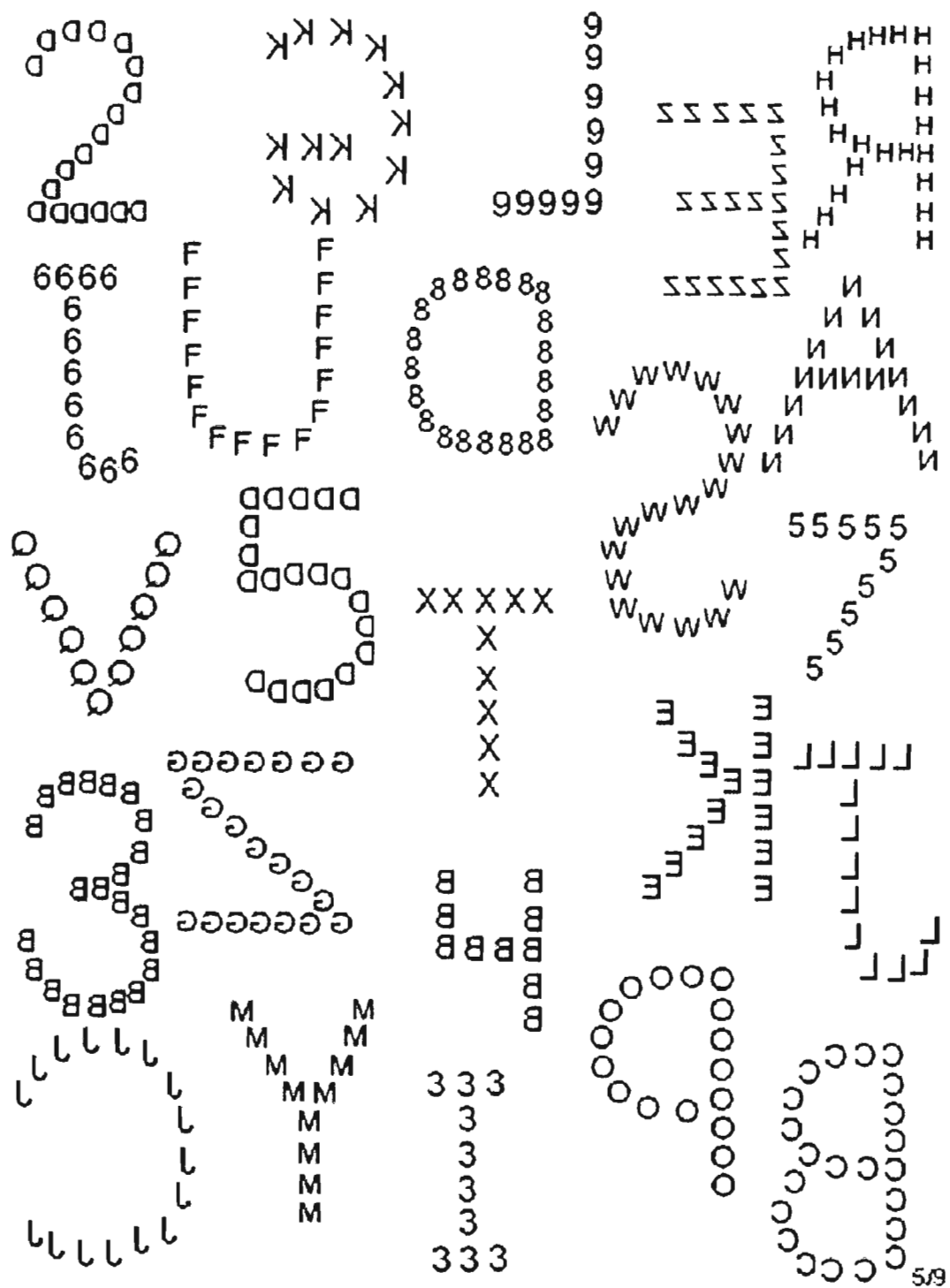
Maintenant, vous aurez 60 secondes par page pour trouver des lettres majuscules dissimulées à travers d'autres signes. Vous devez ignorer les chiffres. Les lettres que vous cherchez doivent être à l'endroit, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas être à l'envers. Les lettres que vous cherchez peuvent être petites ou grandes, comme dans les images que vous venez de voir. Comme vous aurez peu de temps, dès que vous croyez avoir une bonne réponse, dites-la à haute voix et je vais noter vos réponses. Pouvez-vous me répéter ce que vous devez faire ? Prêt ? Allez-y !

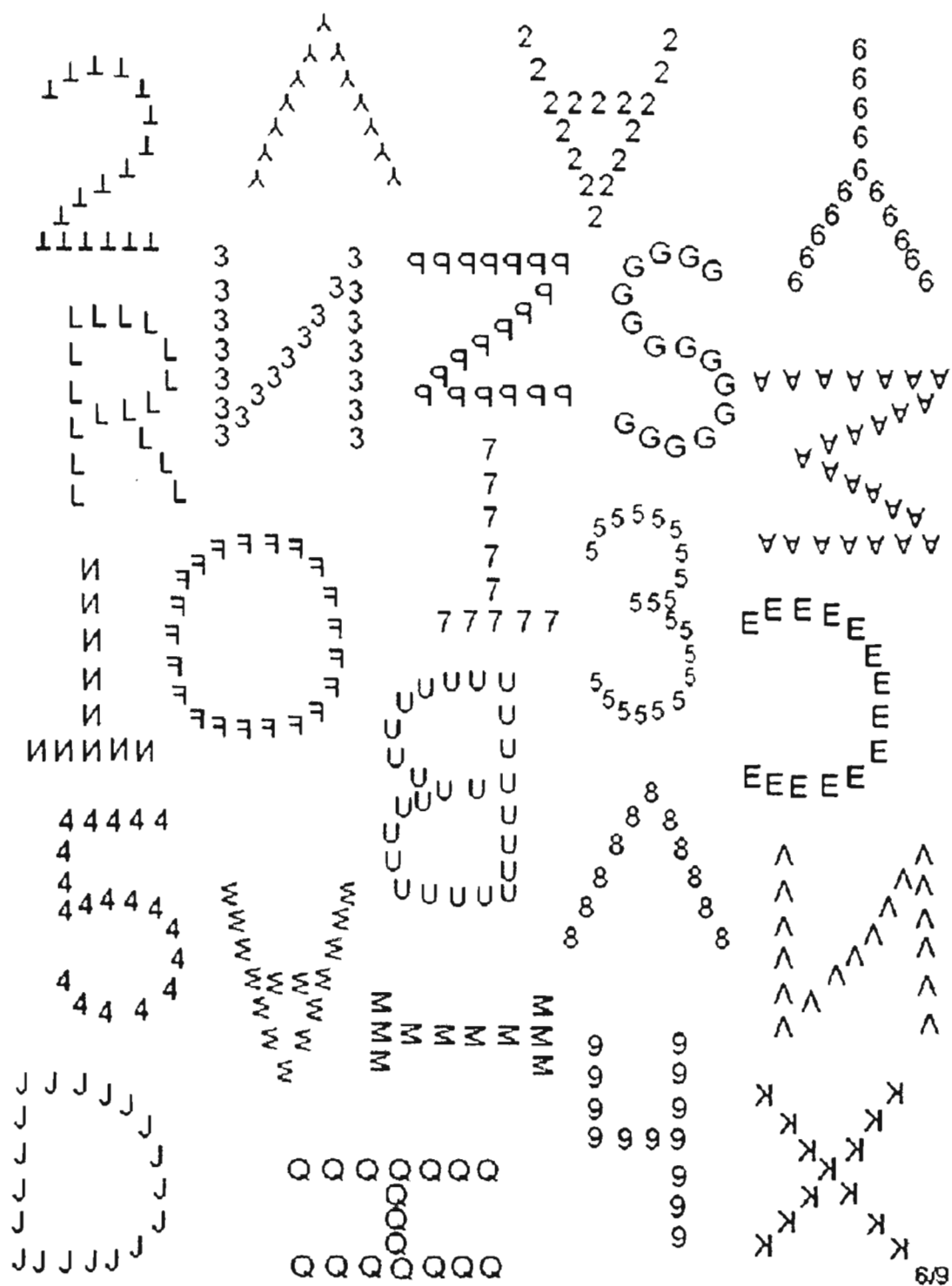
Exemple 1

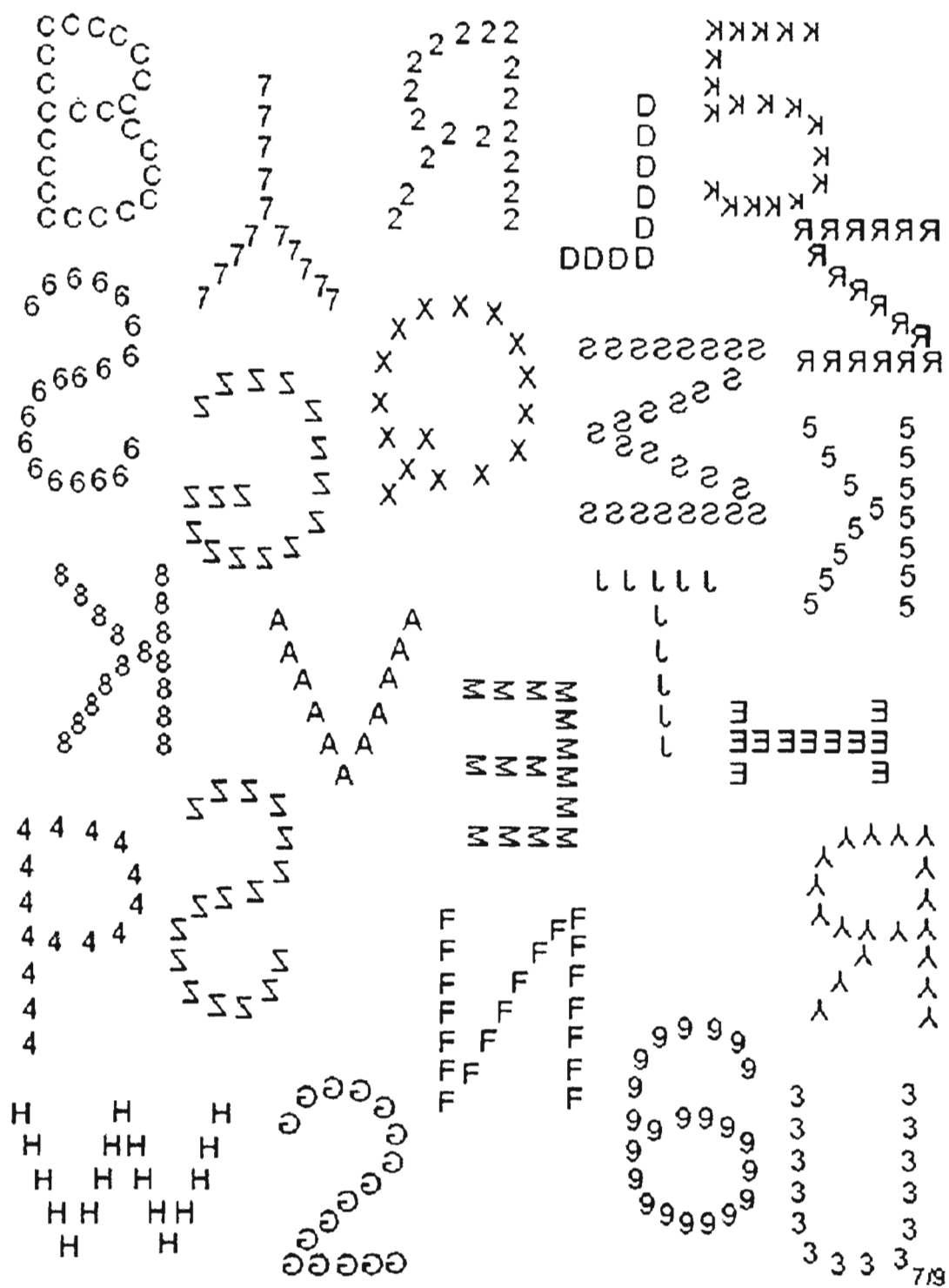
K K K K
K K K
K K K
K K K
K K K
K K K

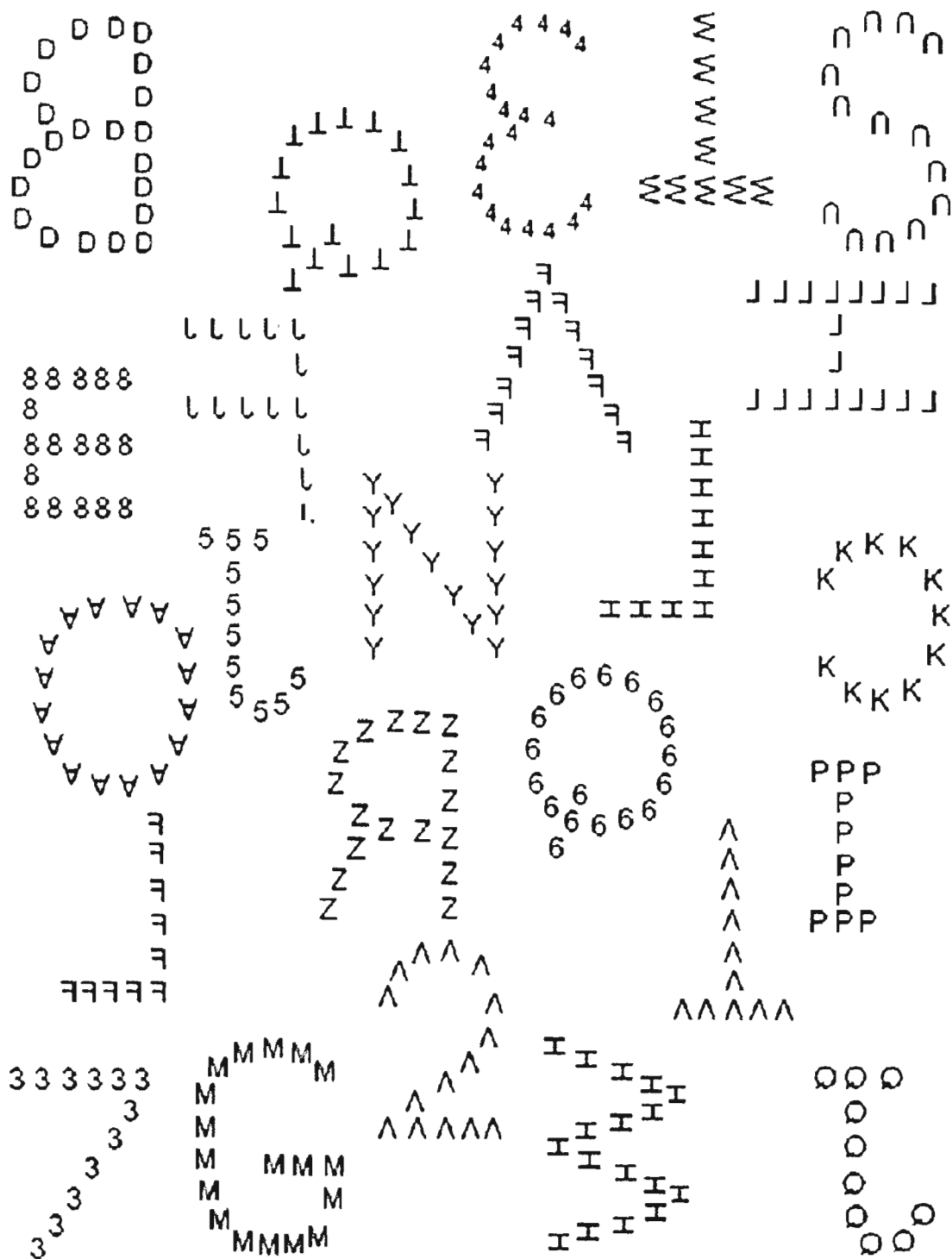
Exemple 2

B B B B B
 B
 B
 B
 B
 B
B B B B B









GRILLE DE COTATION
Test global/local de dénomination de lettres

Démographie du participant

du participant : _____ Genre : _____ Âge : _____ Dominance manuelle : _____
 Sclarité : _____

Réponses du participant

Feuille 1 : 0 -30 s _____
 30-60 s _____

Feuille 2 : 0 -30 s _____
 30-60 s _____

Feuille 3 : 0 -30 s _____
 30-60 s _____

Feuille 4 : 0 -30 s _____
 30-60 s _____

Liste des bonnes réponses

		Gauche		Droite		Centre
Feuille 1 :	Globales :	U V Y		A		I T
	Locales :	F M		H O W		X
Feuille 2 :	Globales :	D O R		S X		Z
	Locales :	J L Q		E G		U
Feuille 3 :	Globales :	B P V W		T U		
	Locales :	A C H		D		F X
Feuille 4 :	Globales :	E G O		I S		N
	Locales :	D M Z		K P		Y

Cotation

	0 à 30 secondes			30 à 60 secondes		
	Total	Droite	Gauche	Total	Droite	Gauche
Nombre de bonnes réponses	/48	/15	/22	/48	/15	/22
Nombre d'erreurs d'omissions	/48	/15	/22	/48	/15	/22
Nombre de bonnes réponses locales	/24	/8	/10	/24	/8	/10
Nombre de bonnes réponses globales	/24	/7	/12	/24	/7	/12
Nombre d'erreurs de commission						

Résultats de l'étude pilote sur la tâche de dénomination globale-locale de lettres

Objectifs et méthode

La tâche de dénomination globale-locale de lettres a été pré-testée auprès de 12 participants contrôle recrutés à l'Université du Québec à Montréal dans le but 1) de vérifier si les participants contrôle étaient en mesure de bien comprendre les consignes de la tâche, 2) de déterminer si la limite de temps attribuée pour compléter la tâche était suffisante (30 secondes par page) et 3) de s'assurer que les participants contrôle percevaient, bien que dans des proportions pouvant être inégales, des stimuli globaux et locaux.

Le groupe était formé de 8 hommes (66,7%) et 4 femmes (33,3%) et un seul participant était gaucher (8,3%). L'âge moyen était de 25,83 ans (+/- 7, 69; min: 21; max: 49). Dix des douze participants détenaient un diplôme de baccalauréat (83,3%) alors que deux participants détenaient un diplôme d'études supérieures (16,7%), le niveau de scolarité étant donc élevé.

Résultats

Variable	Moy	ET	Min	Max	As/ET
Nombre total de bonnes réponses	26,67	8,12	19	44	1,89
Nombre de bonnes réponses globales	18,33	3,94	11	23	-1,26
Nombre de bonnes réponses locales	8,33	8,31	0	21	0,44
Nombre d'erreurs d'omission	21,42	8,17	4	29	-1,88
Nombre d'erreurs de commission	16,50	16,62	1	48	1,28

Moy = moyenne, ET = écart-type, Min = Minimum, Max = maximum, AS/ET = Asymétrie / Erreur type

Conclusion

Cette étude pilote a permis de déterminer que :

1. Les consignes devaient être quelque peu clarifiées puisque certains participants avaient mal saisi que les lettres inversées ne constituaient pas des cibles ce qui a entraîné un nombre élevé d'erreurs de commission chez certains participants.
2. Le temps alloué était trop court. En effet, certains participants ont manqué de temps et ont favorisé l'identification des stimuli globaux au détriment des stimuli locaux, créant un effet plancher pour cette dernière variable. Cette préférence pourrait être explicable par l'effet de précédance globale mis en évidence chez des sujets normaux dans ce type de tâche.

Les participants avaient toutefois bien compris qu'ils devaient porter attention à la fois aux grandes lettres (stimuli globaux) et aux petites lettres (stimuli locaux).

Les changements suivants ont donc été apportés à la tâche:





1. Les consignes ont été modifiées afin de mettre davantage d'emphasis sur la distinction entre un stimulus-cible et un distracteur.
2. Deux cueilletes de données sont prélevées, l'une à 30 secondes et l'autre à 60 secondes, pour s'assurer d'éviter un effet plancher ou plafond lors de la passation aux sujets lésés.

ANNEXE N

ÉCRAN PRINCIPAL DE SAVR

Simulation d'activités de la vie réelle [SAVR-F5]

Trouver et réserver une salle de réception (3h)	Dresser la liste des invités (3h)	Quitter la table à manger (1m)	Trouver un maître de cérémonie (2h½)	Envoyer les invitations aux convives par service de courrier (3h)
Préparer le libellé des invitations (3h)	Trouver et vérifier les adresses de rue des invités (3h)	Faire l'arrangement avec un traiteur pour les repas (3h)	Demander à des personnes appropriées de préparer un discours (3h)	Acheter un cadeau de groupe (3h)
Choisir et préparer ses vêtements pour la fête (3h)	Manger le plat principal (15m)	Fixer une date pour la fête qui convienne au fêté (1h)	Choisir et réserver l'orchestre ou disc-jockey pour la fête (3h)	Enlever son napperon de ses genoux (1m)
Planifier la décoration de la salle de réception (3h)	Manger l'entrée (5m)	Planifier et fixer l'ordre du jour pour la fête (2h)	Préparer un texte pour une carte de souhaits (2h)	Manger le dessert (5m)
Récupérer les photos (1h)	Prendre en mains ses ustensiles (1m)	Envoyer le mini-album au fêté (1h½)	S'asseoir à la table à manger lorsque convié (1m)	Faire les arrangements pour l'alcool (1h)
Réserver les services d'un photographe (1h)	Demander à quelqu'un de filmer la cérémonie et soirée (2h)	Goûter à l'apéritif servi à table avant le repas (1m)	Vérifier si le futur retraité veut bien se faire fêter (1h)	Préparer un mini-album photos (3h)

Injections à : 8h00
 midi
 16h00
 20h00

Dodo à minuit

ANNEXE 0

ÉPREUVE DE MÉMOIRE DE TRAVAIL ET D'ATTENTION DIVISÉE DE SAVR

SAVR.F

Activité 1 - Exercice d'agilité mentale d'orthographe


Lorsque vous allez appuyer sur "Commencer", des mots apparaîtront à l'écran un après l'autre. Vous devez appuyer sur la barre d'espace si le mot contient:

1. le son "EAU" écrit de n'importe quelle façon
ET
2. qu'une seule lettre majuscule ne contenant que des lignes droites (ex.: POT, SOT, etc.)

Si le mot qui apparaît à l'écran ne répond pas à ces 2 exigences, attendez le mot suivant. Vous devez effectuer l'épreuve le plus vite possible sans faire d'erreur. Appuyez sur "Commencer" pour débiter l'épreuve.

**ERREUR! Ce mot ne contient pas qu'une seule lettre formée que de lignes droites.
Attendez le prochain mot.**

AUCUN

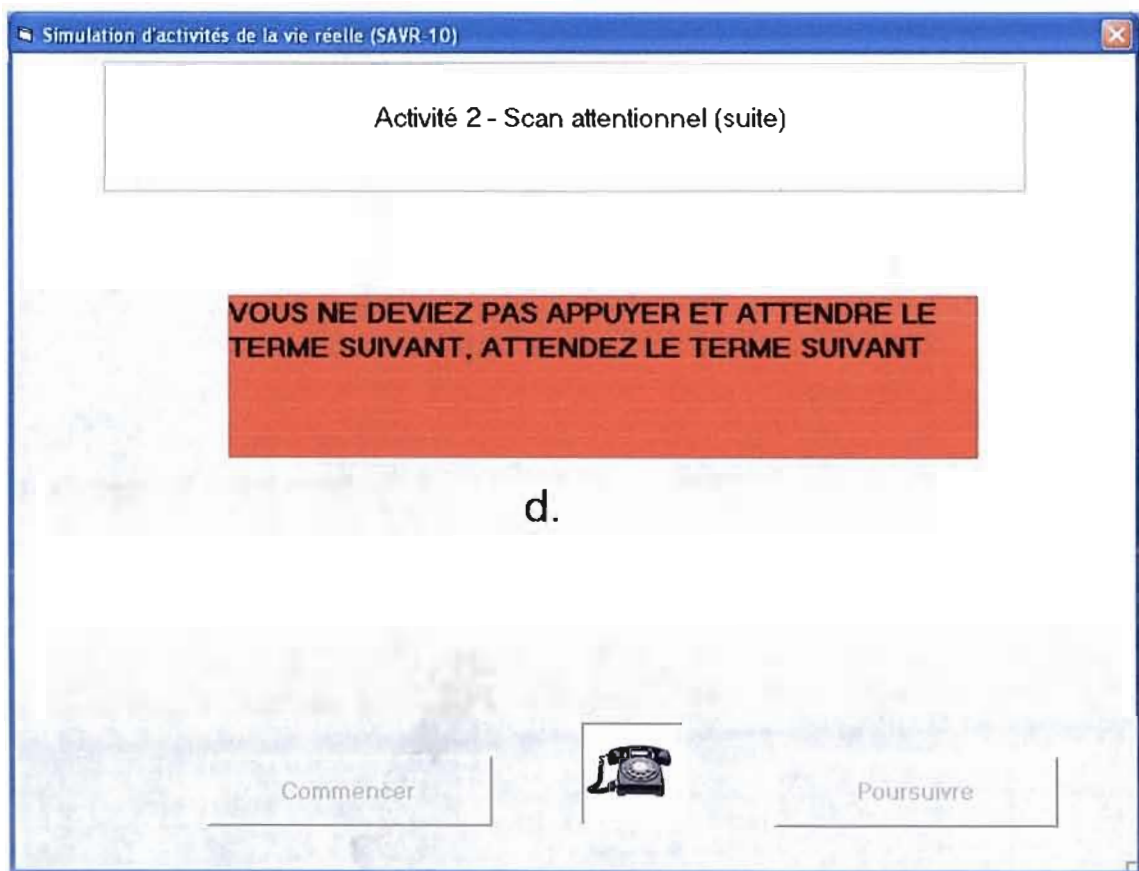


Commencer

Poursuivre

ANNEXE P

ÉPREUVE D'ATTENTION SOUTENUE ET DE MÉMOIRE DE TRAVAIL DE SAVR



ANNEXE Q


ÉPREUVE DE MÉMOIRE RÉTROSPECTIVE INCIDENTE DE SAVR

SAVR-F

Activité de mémoire

Cet écran sera affiché jusqu'à ce que vous ayez terminé cette épreuve
Cliquez sur les mots, parmi les suivants, qui vous ont été présentés par SAVR-F. Ne choisissez QUE
LES MOTS EXACTS que vous avez vus à l'écran depuis le début. Double-cliquez sur un mot de la liste
pour le retirer. Complétez cette épreuve le plus rapidement possible.

chiffrier	médicament	organiser	heure
dîner	retraite	chat	frein
activités	chiffrier	arbre	craque
bilan	roue	comptable	facture
craque	dîner	bilan	employé
peur	orthographe	activités	peur
semaine	dalle	vélo	efface
	horaire	virtuelles	semaine
	glycémie	sable	femme
	cadeau	agilité	vocabulaire

 Terminer

ANNEXE R

ORDRE DE PASSATION DES TESTS

Épreuves	
Figure Complexe de Rey	Rappel immédiat
Histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants	Rappel immédiat
Test global/local de dénomination de lettres	
Test d'apprentissage verbal de Californie	Rappel immédiat
Figure Complexe de Rey	Rappel différé et reconnaissance
Figures récurrentes de Kimura	Rappel immédiat
Histoires de l'Échelle de mémoire pour enfants	Rappel différé et reconnaissance
Fluidité verbale et graphique du D-KEFS	
Test d'apprentissage verbal de Californie	Rappel différé et reconnaissance
SAVR (15 ans et +)	

ANNEXE S

DESCRIPTION DES TRANSFORMATIONS DES VARIABLES POUR
L'OBTENTION DE DISTRIBUTIONS NORMALES DANS L'ARTICLE 1 :
EFFECTS OF UNILATERAL LESIONS INCURRED IN CHILDHOOD AND
ADOLESCENCE : EVIDENCE OF HEMISPHERIC SPECIALIZATION FROM
NEUROPSYCHOLOGICAL TESTS OF RESPONSE BIAS

Mesures des tests neuropsychologiques	Stratégie utilisée afin d'obtenir une distribution normale		
	1	2	3
	Cas très extrêmes (>3 rangs inter-quartile)	Transformation effectuée	Cas extrêmes (1.5 à 3 rangs inter-quartile)
Casse-tête du WAIS-R-NI : nombre de jonctions au casse-tête de la vache		-LOG10 (7-x)	
Casse-tête du WAIS-R-NI : temps de réalisation du casse-tête du cercle	1 cas conservé	LOG10	3 cas conservés
Casse-tête du WAIS-R-NI : score ajusté ((0- z temps de réalisation du cercle) + z nombre de jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache)		-LOG10 (3-x)	
Casse-tête du WAIS-R-NI : % de jonctions droites correctement assemblées sur la vache			
Casse-tête du WAIS-R-NI : % de jonctions gauches correctement assemblées sur la vache			
Figure Complexe de Rey : score total			1 cas retiré
Figure Complexe de Rey : score global			
Figure Complexe de Rey : score local	1 cas retiré		
Figure Complexe de Rey : total des erreurs d'omission			
Figure Complexe de Rey : total des erreurs de commission	2 cas conservés	LOG10	3 cas conservés
Figure Complexe de Rey : % d'éléments correctement dessinés du côté droit de la figure			
Figure Complexe de Rey : % d'éléments correctement dessinés du côté gauche de la figure			
Histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants : score total		-LOG10 (250-x)	
Histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants : score global		LOG10 + 2	3 cas conservés
Histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants : score local		-SQRT (143-x)	3 cas conservés
Histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants : total des erreurs d'omission		LOG10 + 10	
Histoires C et D de l'Échelle de mémoire pour enfants : total des erreurs de commission		LOG10 + 3, mais LOG10 + 10 a été appliqué pour que le score soit comparable à la variable d'omission	2 cas conservés
Test global/local de dénomination de lettres : score total			

Test global/local de dénomination de lettres : score global	1 cas retiré		4 cas retirés
Test global/local de dénomination de lettres : score local		-LOG10 (25-x)	
Test global/local de dénomination de lettres : total des erreurs d'omission		LOG10 + 5	
Test global/local de dénomination de lettres : total des erreurs de commission		LOG10 + 2	2 cas conservés
Test global/local de dénomination de lettres : % d'éléments du côté droit correctement reconnus			
Test global/local de dénomination de lettres : % d'éléments du côté gauche correctement reconnus		-LOG (100-x)	
CVLT : score total		-LOG10 (250-x)	2 cas conservés
CVLT : nombre total d'erreurs d'omission		LOG10 + 10	1 cas conservé
CVLT : nombre total d'erreurs de commission (intrusions)	2 cas conservés	LOG10 + 10	
Figures récurrentes de Kimura : score total		- LOG10 (180-x)	1 cas conservé
Figures récurrentes de Kimura : nombre total d'erreurs d'omission (faux négatifs)		LOG10 + 3	2 cas conservés
Figures récurrentes de Kimura : nombre total d'erreurs de commission (faux positifs)		LOG10 + 3	1 cas conservé
Figures récurrentes de Kimura : score total (figures dépourvues de sens)		-LOG10 (90-x)	2 cas conservés
Figures récurrentes de Kimura : nombre d'erreurs d'omission (figures dépourvues de sens)		LOG10+ 2.5	4 cas conservés
Figures récurrentes de Kimura : nombre d'erreurs de commission (figures dépourvues de sens)		LOG10+ 2.5	
Figures récurrentes de Kimura : score total (figures géométriques)	2 cas retirés		Un cas retiré
Figures récurrentes de Kimura : nombre total d'erreurs d'omission (figures géométriques)		LOG10 + 0.3	3 cas conservés
Figures récurrentes de Kimura : nombre d'erreurs de commission (figures géométriques)	1 cas conservé	LOG10 + 1	2 cas conservés
Fluidité verbale : score total			
Fluidité verbale : nombre total d'erreurs de commission (type « set-loss »)		LOG10 + 1.5	
Fluidité verbale : nombre total d'erreurs de commission (type « bris de règles »)		LOG10 + 0.001	
Fluidité verbale : nombre total d'erreurs de commission (type « interférence »)	Un cas conservé	LOG10 + 0.001	4 cas conservés
Fluidité graphique : score total			
Fluidité graphique : nombre d'erreurs de commission (type « set-loss »)		LOG10 + 1	2 cas conservés

*La stratégie finale utilisée afin d'obtenir une distribution normale est identifiée par une cellule sur fond blanc. Si la variable était déjà distribuée normalement, les cellules sont toutes ombragées.

ANNEXE T

DESCRIPTION DES TRANSFORMATIONS DES VARIABLES POUR L'OBTENTION DE DISTRIBUTIONS NORMALES DANS L'ARTICLE 2 : DISSOCIATION OF ERRORS OF OMISSION AND OF COMMISSION AS A FUNCTION OF HEMISPHERE LESIONED ON TASKS OF COMPLEX EXECUTIVE FUNCTIONS

Mesures de SAVR	Stratégie utilisée afin d'obtenir une distribution normale		
	1	2	3
	Cas très extrêmes (>3 rangs interquartile)	Transformation effectuée	Cas extrêmes (1.5 à 3 rangs interquartile)
Total des erreurs d'omission sur SAVR	1 cas retiré		
Total des erreurs de commission sur SAVR			
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche			
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	1 cas retiré		
Omission en mémoire prospective event-based			
Erreurs de commission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche		LOG10 +3	1 cas conservé
Erreurs de commission à l'activité de mémoire de travail soutenue		LOG10 +3	
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire rétrospective			
Erreurs de commission à l'activité de mémoire rétrospective			

*La stratégie finale utilisée afin d'obtenir une distribution normale est identifiée par une cellule sur fond blanc. Si la variable était déjà distribuée normalement, les cellules sont toutes ombragées.

ANNEXE U

FICHER DE SORTIE SPSS DES ANALYSES STATISTIQUES DE L'ARTICLE
1 : EFFECTS OF UNILATERAL LESIONS INCURRED IN CHILDHOOD AND
ADOLESCENCE : EVIDENCE OF HEMISPHERIC SPECIALIZATION FROM
NEUROPSYCHOLOGICAL TESTS OF RESPONSE BIAS

Analyse de la normalité des distributions

Analyses descriptives		Statistique	Erreur type
Casse-tête de la vache du WAIS-R NI: nombre de jonctions correctement assemblées	Asymétrie	-,502	,333
	Aplatissement	-1,305	,656
Casse-tête du WAIS-R NI: score ajusté (z 0- temps pour réaliser le casse-tête du cercle) + z jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache	Asymétrie	-,979	,333
	Aplatissement	,307	,656
Casse-tête du cercle du WAIS-R NI : temps pour réaliser le casse-tête *	Asymétrie	1,854	,333
	Aplatissement	3,520	,656
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions gauches correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/3)	Asymétrie	-,435	,333
	Aplatissement	-1,524	,656
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions droites correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/2)	Asymétrie	-,643	,333
	Aplatissement	-,926	,656
Figure Complexe de Rey : score total (RI+ RD+ Reconnaissance)	Asymétrie	,835	,333
	Aplatissement	2,445	,656
Figure Complexe de Rey : score global (RI global + RD global + reconnaissance vrais positifs globaux)	Asymétrie	-,576	,333
	Aplatissement	,040	,656
Figure Complexe de Rey : score local (RI local + RD local + reconnaissance vrais positifs locaux)	Asymétrie	2,167	,333
	Aplatissement	8,113	,656
Figure Complexe de Rey : score d'omission (RI omission + RD omission + reconnaissance omission) *	Asymétrie	,149	,333
	Aplatissement	-,443	,656
Figure Complexe de Rey : score de commission (commissions au RI + RD + faux positifs à la reconnaissance) *	Asymétrie	2,866	,333
	Aplatissement	9,452	,656
Figure Complexe de Rey : % des éléments droits	Asymétrie	-,445	,333
	Aplatissement	-,517	,656
Figure Complexe de Rey : % des éléments gauches	Asymétrie	,306	,333
	Aplatissement	-,294	,656
Échelle de mémoire pour enfants: Score total (RI + RD + reconnaissance)	Asymétrie	-,778	,333
	Aplatissement	-,198	,656
Échelle de mémoire pour enfants : score global (RI+RD+reconnaissance, histoires C et D)	Asymétrie	-1,150	,333
	Aplatissement	,602	,656
Échelle de mémoire pour enfants: score local (RI + RD + reconnaissance des histoires C et D)	Asymétrie	-,709	,333
	Aplatissement	-,241	,656
Échelle de mémoire pour enfants : score d'omission (RI+RD+reconnaissance des histoires C et D) *	Asymétrie	,742	,333
	Aplatissement	-,250	,656
Échelle de mémoire pour enfants : score de commission (RI + RD + reconnaissance des histoires C et D) *	Asymétrie	1,205	,333
	Aplatissement	1,590	,656
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses	Asymétrie	,061	,333
	Aplatissement	-,525	,656
Test global/local de dénomination de lettres: score global	Asymétrie	-1,795	,333
	Aplatissement	2,824	,656
Test global/local de dénomination de lettres: score local	Asymétrie	-1,010	,333
	Aplatissement	-,315	,656
Test global/local de dénomination de lettres: Nombre d'erreurs d'omission *	Asymétrie	,746	,333
	Aplatissement	-,421	,656
Test global/local de dénomination de lettres: Nombre d'erreurs de commission *	Asymétrie	1,621	,333
	Aplatissement	3,199	,656
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à droite sur les planches de test	Asymétrie	-,252	,333

données qui sont à droite sur les planches de test	Aplatissement	-,244	,656
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses	Asymétrie	-,923	,333
données qui sont à gauche sur les planches de test	Aplatissement	-,087	,656
Test d'apprentissage verbal de Californie: score total (RI + RD + Reconnaissance)	Asymétrie	-,880	,333
	Aplatissement	,820	,656
Test d'apprentissage verbal de Californie: erreurs d'omission (RI + RD + Reconnaissance) *	Asymétrie	,678	,333
	Aplatissement	,239	,656
Test d'apprentissage verbal de Californie: erreurs de commission (seulement type « set-loss ») *	Asymétrie	3,038	,333
	Aplatissement	11,388	,656
Figures récurrentes de Kimura: vrais positifs + vrais négatifs	Asymétrie	-,706	,333
	Aplatissement	,376	,656
Figures récurrentes de Kimura: Nombre d'erreurs d'omission (faux négatifs) *	Asymétrie	1,234	,333
	Aplatissement	,900	,656
Figures récurrentes de Kimura: Nombre d'erreurs de commission (Faux positifs) *	Asymétrie	1,009	,333
	Aplatissement	,550	,656
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	Asymétrie	,385	,333
	Aplatissement	-,058	,656
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « set-loss » *	Asymétrie	,767	,333
	Aplatissement	-,283	,656
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « bris de règles » *	Asymétrie	1,234	,333
	Aplatissement	,969	,656
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « interférence » *	Asymétrie	2,088	,333
	Aplatissement	4,123	,656
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	Asymétrie	,381	,333
	Aplatissement	-,369	,656
Fluidité graphique du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « set-loss » *	Asymétrie	1,488	,333
	Aplatissement	2,481	,656

* = scores de contre-performance

Tests de normalité		
	Shapiro-Wilk	
	Statistique	Probabilité
Casse-tête du WAIS-R NI : nombre de jonctions correctement assemblées sur le casse-tête de la vache	,806	,000
Casse-tête du WAIS-R NI : score ajusté	,888	,000
Casse-tête du WAIS-R NI : temps pour réaliser le casse-tête du cercle *	,793	,000
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions gauches correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/3)	,764	,000
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions droites correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/2)	,750	,000
Figure Complexe de Rey : score total (RI+ RD+ Reconnaissance)	,953	,044
Figure Complexe de Rey : score global (RI global + RD global + reconnaissance vrais positifs globaux)	,920	,002
Figure Complexe de Rey : score local (RI local + RD local + reconnaissance vrais positifs locaux)	,829	,000
Figure Complexe de Rey : score d'omission (RI omission + RD omission + reconnaissance omission) *	,977	,427
Figure Complexe de Rey : score de commission (commissions au RI + RD + faux positifs à la reconnaissance) *	,664	,000
Figure Complexe de Rey : % des éléments droits	,954	,046
Figure Complexe de Rey : % des éléments gauches	,981	,567

Échelle de mémoire pour enfants : score total (RI + RD + reconnaissance)	,916	,002
Échelle de mémoire pour enfants : score global (RI+RD+reconnaissance, histoires C et D)	,871	,000
Échelle de mémoire pour enfants : score local (RI + RD + reconnaissance des histoires C et D)	,928	,004
Échelle de mémoire pour enfants : score d'omission (RI+RD+reconnaissance des histoires C et D) *	,922	,002
Échelle de mémoire pour enfants : score de commission (RI + RD + reconnaissance des histoires C et D) *	,906	,001
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses	,981	,595
Test global/local de dénomination de lettres: score global	,782	,000
Test global/local de dénomination de lettres: score local	,830	,000
Test global/local de dénomination de lettres: nombre d'erreurs d'omission *	,915	,001
Test global/local de dénomination de lettres: nombre d'erreurs de commission *	,850	,000
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à droite sur les planches de test	,967	,174
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à gauche sur les planches de test	,892	,000
Test d'apprentissage verbal de Californie: score total (RI + RD + Reconnaissance)	,930	,005
Test d'apprentissage verbal de Californie: erreurs d'omission (RI + RD + Reconnaissance) *	,951	,033
Test d'apprentissage verbal de Californie: erreurs de commission (seulement « set-loss ») *	,657	,000
Figures récurrentes de Kimura: vrais positifs-faux positifs	,954	,048
Figures récurrentes de Kimura: nombre d'erreurs d'omission (faux négatifs) *	,871	,000
Figures récurrentes de Kimura: nombre d'erreurs de commission (faux positifs) *	,909	,001
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	,981	,593
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « set-loss » *	,870	,000
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « bris de règles » *	,778	,000
Fluidité verbale du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « interférence » *	,627	,000
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	,977	,431
Fluidité graphique du D-KEFS: total des erreurs de commission de type « set-loss » *	,842	,000

dld = 51 pour toutes les variables ci-dessus

* = scores de contre-performance; même légende pour les tableaux subséquents

Corrélations entre les variables des tests neuropsychologiques et l'âge au premier symptôme

Corrélations

		age au moment de la lésion ou 1ers symptômes
age au premier symptôme	Corrélation de Pearson	1
	Sig. (bilatérale)	
	N	51
Score total aux casse-tête (ajusté : z temps inversé au casse-tête du cercle + z jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache)	Corrélation de Pearson	,452**
	Sig. (bilatérale)	,001
	N	51
Temps de réalisation du casse-tête du cercle *	Corrélation de Pearson	-,582**
	Sig. (bilatérale)	,000
	N	51
Jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	,265
	Sig. (bilatérale)	,061
	N	51

% de jonctions droites correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	,139
	Sig. (bilatérale)	,329
	N	51
% de jonctions gauches correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	,344*
	Sig. (bilatérale)	,014
	N	51
Figure Complexe de Rey : Score total	Corrélation de Pearson	,415**
	Sig. (bilatérale)	,003
	N	50
Figure Complexe de Rey : Score global	Corrélation de Pearson	,417**
	Sig. (bilatérale)	,002
	N	51
Figure Complexe de Rey : Score local	Corrélation de Pearson	,296*
	Sig. (bilatérale)	,037
	N	50
Figure Complexe de Rey : Erreurs d'omission *	Corrélation de Pearson	-,327*
	Sig. (bilatérale)	,019
	N	51
Figure Complexe de Rey : Erreurs de commission *	Corrélation de Pearson	-,109
	Sig. (bilatérale)	,447
	N	51
Figure Complexe de Rey : % des éléments droits	Corrélation de Pearson	,369**
	Sig. (bilatérale)	,008
	N	51
Figure Complexe de Rey : % des éléments gauches	Corrélation de Pearson	,361**
	Sig. (bilatérale)	,009
	N	51
Histoires CMS : score total	Corrélation de Pearson	,373**
	Sig. (bilatérale)	,007
	N	51
Histoires CMS : score global	Corrélation de Pearson	-,305*
	Sig. (bilatérale)	,030
	N	51
Histoires CMS : score local	Corrélation de Pearson	,302*
	Sig. (bilatérale)	,031
	N	51
Histoires CMS : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	-,313*
	Sig. (bilatérale)	,026
	N	51
Histoires CMS : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,235
	Sig. (bilatérale)	,097
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses en 60 secondes	Corrélation de Pearson	-,013
	Sig. (bilatérale)	,930
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: score global	Corrélation de Pearson	,293
	Sig. (bilatérale)	,054
	N	44
Test global/local de dénomination de lettres: score local	Corrélation de Pearson	,223
	Sig. (bilatérale)	,115

	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs d'omission *	Corrélation de Pearson	-,305*
	Sig. (bilatérale)	,029
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,180
	Sig. (bilatérale)	,205
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à droite sur les planches de test	Corrélation de Pearson	,281*
	Sig. (bilatérale)	,046
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à gauche sur les planches de test	Corrélation de Pearson	,280*
	Sig. (bilatérale)	,047
	N	51
CVLT : score total	Corrélation de Pearson	,379**
	Sig. (bilatérale)	,006
	N	51
CVLT : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	-,352*
	Sig. (bilatérale)	,011
	N	51
CVLT : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,183
	Sig. (bilatérale)	,199
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : score total	Corrélation de Pearson	,046
	Sig. (bilatérale)	,748
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	-,247
	Sig. (bilatérale)	,080
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	,178
	Sig. (bilatérale)	,210
	N	51
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	Corrélation de Pearson	,697**
	Sig. (bilatérale)	,000
	N	51
Fluidité verbale du D-KEFS: erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,144
	Sig. (bilatérale)	,314
	N	51
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	Corrélation de Pearson	,590**
	Sig. (bilatérale)	,000
	N	51
Fluidité graphique du D-KEFS: erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,014
	Sig. (bilatérale)	,923
	N	51

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Corrélations entre les variables des tests neuropsychologiques et l'intervalle entre l'âge au premier symptôme et l'âge au test

		intervalle 1er symptôme et age au test
intervalle 1er symptôme et age au test	Corrélation de Pearson	1
	Sig. (bilatérale)	
	N	51
Score total aux casse-tête (ajusté : z temps inversé au casse-tête du cercle + z jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache)	Corrélation de Pearson	-,299*
	Sig. (bilatérale)	,033
	N	51
Temps de réalisation du casse-tête du cercle *	Corrélation de Pearson	,236
	Sig. (bilatérale)	,095
	N	51
Jonctions correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	-,295*
	Sig. (bilatérale)	,035
	N	51
% de jonctions droites correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	-,337*
	Sig. (bilatérale)	,016
	N	51
% de jonctions gauches correctement assemblées au casse-tête de la vache	Corrélation de Pearson	-,318*
	Sig. (bilatérale)	,023
	N	51
Figure Complexe de Rey : Score total	Corrélation de Pearson	-,068
	Sig. (bilatérale)	,639
	N	50
Figure Complexe de Rey : Score global	Corrélation de Pearson	-,112
	Sig. (bilatérale)	,434
	N	51
Figure Complexe de Rey : Score local	Corrélation de Pearson	,119
	Sig. (bilatérale)	,409
	N	50
Figure Complexe de Rey : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	-,035
	Sig. (bilatérale)	,805
	N	51
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	,012
	Sig. (bilatérale)	,931
	N	51
Figure Complexe de Rey : % des éléments droits	Corrélation de Pearson	-,149
	Sig. (bilatérale)	,298
	N	51
Figure Complexe de Rey : % des éléments gauches	Corrélation de Pearson	-,026
	Sig. (bilatérale)	,859
	N	51
Histoires CMS : score total	Corrélation de Pearson	-,131
	Sig. (bilatérale)	,359
	N	51
Histoires CMS : score global	Corrélation de Pearson	,057
	Sig. (bilatérale)	,691
	N	51

Histoires CMS : score local	Corrélation de Pearson	-,044
	Sig. (bilatérale)	,760
	N	51
Histoires CMS : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	,050
	Sig. (bilatérale)	,730
	N	51
Histoires CMS : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	,162
	Sig. (bilatérale)	,257
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses en 60 secondes	Corrélation de Pearson	,038
	Sig. (bilatérale)	,789
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: score global	Corrélation de Pearson	-,113
	Sig. (bilatérale)	,466
	N	44
Test global/local de dénomination de lettres: score local	Corrélation de Pearson	-,125
	Sig. (bilatérale)	,384
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	,118
	Sig. (bilatérale)	,410
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,079
	Sig. (bilatérale)	,580
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à droite sur les planches de test	Corrélation de Pearson	-,064
	Sig. (bilatérale)	,657
	N	51
Test global/local de dénomination de lettres: % de bonnes réponses données qui sont à gauche sur les planches de test	Corrélation de Pearson	-,188
	Sig. (bilatérale)	,186
	N	51
CVLT : score total	Corrélation de Pearson	-,144
	Sig. (bilatérale)	,314
	N	51
CVLT : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	,105
	Sig. (bilatérale)	,465
	N	51
CVLT : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	,031
	Sig. (bilatérale)	,830
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : score total	Corrélation de Pearson	-,143
	Sig. (bilatérale)	,317
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs d'omission*	Corrélation de Pearson	-,020
	Sig. (bilatérale)	,890
	N	51
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	,073
	Sig. (bilatérale)	,609
	N	51
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	Corrélation de Pearson	-,376**
	Sig. (bilatérale)	,006

Fluidité verbale du D-KEFS: erreurs de commission*	N	51
	Corrélation de Pearson	-,110
	Sig. (bilatérale)	,444
	N	51
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	Corrélation de Pearson	-,402**
	Sig. (bilatérale)	,003
	N	51
	N	51
Fluidité graphique du D-KEFS: erreurs de commission*	Corrélation de Pearson	-,041
	Sig. (bilatérale)	,775
	N	51
	N	51

Test des effets simples : dimension d'un modèle sur un test X côté

Test-t

Statistiques de groupe					
	côté de la lésion	N	Moyenne	Écart-type	Erreur type de la moyenne
Casse-tête du WAIS-R NI : casse-tête ajusté log10 (3-x)	Gauche	27	-,3850	,26321	,05065
	Droite	24	-,4227	,23022	,04699
Casse-tête du WAIS-R NI : nombre de jonctions correctement assemblées sur le casse-tête de la vache	Gauche	27	3,85	2,265	,436
	Droite	24	4,04	2,255	,460
Casse-tête du WAIS-R NI : temps pour réaliser le casse-tête du cercle log10*	Gauche	27	1,6887	,28888	,05560
	Droite	24	1,7496	,25641	,05234
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions droites correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (3)	Gauche	27	1,81	1,241	,239
	Droite	24	1,92	1,283	,262
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions gauches correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (2)	Gauche	27	1,33	,920	,177
	Droite	24	1,54	,884	,180
Figure Complexe de Rey: score total sans cas extrêmes	Gauche	26	137,6731	36,42168	7,14288
	Droite	24	118,9375	36,96041	7,54451
Figure Complexe de Rey: score global (RI global + RD global + reconnaissance vrais positifs globaux)	Gauche	27	75,43	17,572	3,382
	Droite	24	67,17	23,689	4,836
Figure Complexe de Rey: score local sans cas extrêmes	Gauche	26	49,1731	21,33164	4,18348
	Droite	24	39,3125	21,16643	4,32058
Figure Complexe de Rey: erreurs d'omission (RI omission + RD omission + reconnaissance omission) *	Gauche	27	28,17	16,389	3,154
	Droite	24	35,67	17,153	3,501
Figure Complexe de Rey: erreurs de commission log10*	Gauche	27	,7416	,40765	,07845
	Droite	24	1,0979	,44118	,09005
Figure Complexe de Rey: % des éléments droits	Gauche	27	53,241	14,1403	2,7213
	Droite	24	49,292	18,2357	3,7224
Figure Complexe de Rey: % des éléments gauches	Gauche	27	67,222	24,0961	4,6373
	Droite	24	55,167	21,4510	4,3787
Échelle de mémoire pour enfants : score total -log10 (250-x)	Gauche	27	-2,0711	,17359	,03341
	Droite	24	-2,0158	,13554	,02767
Échelle de mémoire pour enfants :	Gauche	27	,8882	,33946	,06533

score global log10 + 2	Droite	24	,8195	,28115	,05739
Échelle de mémoire pour enfants : score local -SQRT (143-x)	gauche	27	-6,9614	2,78432	,53584
	droite	24	-6,4595	2,17279	,44352
Échelle de mémoire pour enfants : erreurs d'omission log10 + 10*	gauche	27	1,9348	,21346	,04108
	droite	24	1,8932	,17390	,03550
Échelle de mémoire pour enfants : erreurs de commission log10 + 10 *	gauche	27	1,1854	,09628	,01853
	droite	24	1,1686	,10295	,02102
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses	gauche	27	10,22	5,866	1,129
	droite	24	10,38	4,799	,980
Test global/local de dénomination de lettres: score global sans outliers	gauche	25	20,3600	2,49800	,49960
	droite	19	19,7368	2,53513	,58160
Test global/local de dénomination de lettres: score local -log10 (25-gllocal)	gauche	27	-,8185	,32913	,06334
	droite	24	-,8599	,37327	,07619
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs d'omission log10 + 5*	gauche	27	1,1951	,21846	,04204
	droite	24	1,2674	,20738	,04233
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs de commission comissions log10 + 2*	gauche	27	,9805	,28774	,05538
	droite	24	,8903	,30523	,06231
Test global/local de dénomination de lettres: % d'éléments de gauche - log(25-X)	gauche	27	-,7536	,32188	,06195
	droite	24	-,8185	,27081	,05528
Test global/local de dénomination de lettres: % d'éléments de droite	gauche	27	11,44	3,577	,688
	droite	24	9,92	3,216	,656
Test d'apprentissage verbal de Californie : score total -log10 (250-x)	gauche	27	-1,9819	,14164	,02726
	droite	24	-1,9316	,12422	,02536
Test d'apprentissage verbal de Californie : erreurs d'omission log10 + 10*	gauche	27	1,6863	,23723	,04565
	droite	24	1,6348	,22936	,04682
Test d'apprentissage verbal de Californie : erreurs de commission log10 + 10*	gauche	27	1,2846	,17340	,03337
	droite	24	1,2965	,20283	,04140
Figures Récurrentes de Kimura : score total -log10 (180-x)	gauche	27	-1,4847	,14700	,02829
	droite	24	-1,5394	,13429	,02741
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs d'omission log10 + 3*	gauche	27	1,0652	,25094	,04829
	droite	24	1,0020	,26905	,05492
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission log10 + 3*	gauche	27	1,0968	,24580	,04730
	droite	24	1,2235	,21968	,04484
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	gauche	27	68,48	22,984	4,423
	droite	24	72,58	19,540	3,989
Fluidité verbale du D-KEFS : erreurs de commission log10 + 1.5*	gauche	27	,3906	,19700	,03791
	droite	24	,5051	,21759	,04442
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	gauche	27	24,78	8,737	1,681
	droite	24	25,33	9,225	1,883
Fluidité graphique du D-KEFS: erreurs de commission log10 + 1*	gauche	27	,5467	,32249	,06206
	droite	24	,3971	,36614	,07474

Test d'échantillons indépendants										
		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Probabilité	t	dld	Probabilité	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Casse-tête du WAIS-R NI : score ajusté log	Hypothèse de variances égales	1,684	,200	,540	49	,591	,03764	,06965	-,10232	,17761
	Hypothèse de variances inégales			,545	48,991	,588	,03764	,06910	-,10121	,17650
Casse-tête du WAIS-R NI : nombre de jonctions correctement assemblées sur le casse-tête de la vache	Hypothèse de variances égales	,043	,836	-,299	49	,766	-,190	,634	-1,464	1,085
	Hypothèse de variances inégales			-,299	48,352	,766	-,190	,634	-1,464	1,085
Casse-tête du WAIS-R NI : temps au casse-tête du cercle log10 *	Hypothèse de variances égales	1,690	,200	-,791	49	,433	-,06086	,07690	-,21540	,09368
	Hypothèse de variances inégales			-,797	49,000	,429	-,06086	,07636	-,21430	,09259
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions droites correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/3)	Hypothèse de variances égales	,287	,594	-,288	49	,775	-,102	,354	-,813	,609
	Hypothèse de variances inégales			-,287	47,884	,775	-,102	,354	-,815	,611
Casse-tête du WAIS-R NI : % de jonctions gauches correctement assemblées sur le casse-tête de la vache (/2)	Hypothèse de variances égales	,797	,376	-,822	49	,415	-,208	,253	-,717	,301
	Hypothèse de variances inégales			-,824	48,688	,414	-,208	,253	-,716	,300
Figure Complexe de Rey : score total sans cas extrêmes	Hypothèse de variances égales	,004	,950	1,804	48	,077	18,73558	10,38321	- 2,14127	39,61242
	Hypothèse de variances inégales			1,803	47,558	,078	18,73558	10,38944	- 2,15880	39,62996
Figure Complexe de Rey : score	Hypothèse de variances égales	2,368	,130	1,424	49	,161	8,259	5,799	-3,394	19,913

global (RI global + RD global + reconnaissance vrais positifs globaux)	Hypothèse de variances inégales			1,400	42,093	,169	8,259	5,901	-3,648	20,167
Figure Complexe de Rey : score local sans cas extrêmes	Hypothèse de variances égales	,087	,770	1,639	48	,108	9,86058	6,01597	-2,23534	21,95649
	Hypothèse de variances inégales			1,640	47,739	,108	9,86058	6,01406	-2,23321	21,95436
Figure Complexe de Rey : erreurs d'omission (RI omission + RD omission + reconnaissance omission) *	Hypothèse de variances égales	,005	,944	-1,596	49	,117	-7,500	4,700	-16,944	1,944
	Hypothèse de variances inégales			-1,592	47,692	,118	-7,500	4,713	-16,977	1,977
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*	Hypothèse de variances égales	,023	,881	-2,997	49	,004	-,35631	,11887	-,59519	-,11743
	Hypothèse de variances inégales			-2,983	47,140	,005	-,35631	,11944	-,59656	-,11606
Figure Complexe de Rey : % des éléments droits	Hypothèse de variances égales	1,809	,185	,869	49	,389	3,9491	4,5426	-5,1796	13,0777
	Hypothèse de variances inégales			,856	43,231	,396	3,9491	4,6110	-5,3485	13,2466
Figure Complexe de Rey : % des éléments gauches	Hypothèse de variances égales	,556	,460	1,877	49	,066	12,0556	6,4223	-,8506	24,9617
	Hypothèse de variances inégales			1,890	48,999	,065	12,0556	6,3779	-,7613	24,8724
Échelle de mémoire pour enfants : score total -log10 (250-x)	Hypothèse de variances égales	2,400	,128	-1,256	49	,215	-,05530	,04401	-,14374	,03315
	Hypothèse de variances inégales			-1,275	48,242	,208	-,05530	,04338	-,14250	,03190
Échelle de mémoire pour enfants : score global log10 + 2	Hypothèse de variances égales	1,316	,257	,781	49	,438	,06869	,08793	-,10802	,24540
	Hypothèse de variances inégales			,790	48,776	,433	,06869	,08696	-,10608	,24345
Échelle de mémoire pour enfants : score	Hypothèse de variances égales	1,951	,169	-,711	49	,480	-,50182	,70580	-1,92018	,91654

local -SQRT (143-x)	Hypothèse de variances inégaies			-,721	48,236	,474	-,50182	,69558	- 1,9002 1	,89657
Échelle de mémoire pour enfants : erreurs d'omission log10 + 10*	Hypothèse de variances égales	1,372	,247	,756	49	,454	,04152	,05496	-,06891	,15196
	Hypothèse de variances inégaies			,765	48,657	,448	,04152	,05429	-,06760	,15065
Échelle de mémoire pour enfants : erreurs de commission log10 + 10 *	Hypothèse de variances égales	,050	,823	,604	49	,549	,01685	,02791	-,03923	,07293
	Hypothèse de variances inégaies			,601	47,348	,550	,01685	,02802	-,03950	,07320
Test global/local de dénomination de lettres: nombre total de bonnes réponses	Hypothèse de variances égales	,660	,420	-,101	49	,920	-,153	1,513	-3,192	2,887
	Hypothèse de variances inégaies			-,102	48,689	,919	-,153	1,495	-3,157	2,851
Test global/local de dénomination de lettres: score global sans cas extrêmes	Hypothèse de variances égales	,238	,628	,814	42	,420	,62316	,76514	-,92096	2,16728
	Hypothèse de variances inégaies			,813	38,602	,421	,62316	,76672	-,92819	2,17451
Test global/local de dénomination de lettres: score local -log10 (25- gllocal)	Hypothèse de variances égales	1,373	,247	,421	49	,675	,04142	,09834	-,15620	,23905
	Hypothèse de variances inégaies			,418	46,239	,678	,04142	,09908	-,15799	,24084
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs d'omission log10 + 5*	Hypothèse de variances égales	,028	,868	- 1,209	49	,233	-,07234	,05985	-,19261	,04793
	Hypothèse de variances inégaies			- 1,212	48,773	,231	-,07234	,05966	-,19225	,04757
Test global/local de dénomination de lettres: erreurs de commission log10 + 2*	Hypothèse de variances égales	,023	,881	1,087	49	,282	,09027	,08306	-,07666	,25719
	Hypothèse de variances inégaies			1,083	47,480	,284	,09027	,08336	-,07738	,25791
Test global/local de dénomination	Hypothèse de variances égales	,373	,544	,774	49	,443	,06492	,08388	-,10364	,23349

de lettres: % d'éléments de gauche -log(100-X)	Hypothèse de variances inégaies			,782	48,867	,438	,06492	,08302	-,10193	,23178
Test global/local de dénomination de lettres: % d'éléments de droite	Hypothèse de variances égales	,031	,860	1,596	49	,117	1,528	,957	-,396	3,451
	Hypothèse de variances inégaies			1,606	48,991	,115	1,528	,951	-,384	3,439
Test d'apprentissage verbal de Californie : score total - log10 (250-x)	Hypothèse de variances égales	,408	,526	- 1,340	49	,186	-,05027	,03752	-,12567	,02513
	Hypothèse de variances inégaies			- 1,350	48,994	,183	-,05027	,03723	-,12509	,02454
Test d'apprentissage verbal de Californie : erreurs d'omission log10 + 10	Hypothèse de variances égales	,157	,694	,785	49	,436	,05146	,06553	-,08022	,18313
	Hypothèse de variances inégaies			,787	48,636	,435	,05146	,06539	-,07998	,18289
Test d'apprentissage verbal de Californie : erreurs de commission log10 + 10	Hypothèse de variances égales	,892	,350	-,227	49	,821	-,01196	,05268	-,11783	,09392
	Hypothèse de variances inégaies			-,225	45,576	,823	-,01196	,05318	-,11902	,09511
Figures Récurentes de Kimura : score total -log10 (180-x)	Hypothèse de variances égales	,895	,349	1,381	49	,174	,05469	,03961	-,02491	,13428
	Hypothèse de variances inégaies			1,388	48,957	,171	,05469	,03939	-,02448	,13385
Figures Récurentes de Kimura : erreurs d'omission log10 + 3*	Hypothèse de variances égales	,000	,997	,869	49	,389	,06327	,07283	-,08308	,20963
	Hypothèse de variances inégaies			,865	47,303	,391	,06327	,07313	-,08383	,21037
Figures Récurentes de Kimura : erreurs de commission log10 + 3*	Hypothèse de variances égales	,217	,644	- 1,931	49	,059	-,12672	,06562	-,25859	,00515
	Hypothèse de variances inégaies			- 1,944	48,997	,058	-,12672	,06518	-,25770	,00427
Fluidité verbale du D-KEFS: score total	Hypothèse de variances égales	1,274	,265	-,682	49	,498	-4,102	6,014	-16,187	7,983

	Hypothèse de variances inégales			-,689	48,914	,494	-4,102	5,956	-16,071	7,868
Fluidité verbale du D-KEFS: erreurs de commission log10 + 1.5*	Hypothèse de variances égales	,521	,474	-1,973	49	,054	-,11451	,05805	-,23116	,00215
	Hypothèse de variances inégales			-1,961	46,764	,056	-,11451	,05840	-,23200	,00298
Fluidité graphique du D-KEFS: score total (nombre de dessins correctement effectués)	Hypothèse de variances égales	,070	,792	-,221	49	,826	-,556	2,516	-5,612	4,501
	Hypothèse de variances inégales			-,220	47,555	,827	-,556	2,524	-5,633	4,522
Fluidité graphique du D-KEFS: erreurs de commission log10 + 1*	Hypothèse de variances égales	1,224	,274	1,551	49	,127	,14953	,09641	-,04422	,34328
	Hypothèse de variances inégales			1,539	46,216	,131	,14953	,09715	-,04599	,34506

Corrélation entre les trois variables significativement associées au côté provenant de la Figure Complexe de Rey (Tableau 3)

Corrélation			
		Figure Complexe de Rey : score des éléments gauches	Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*
Figure Complexe de Rey : score total sans cas extrêmes	Corrélation de Pearson	,851**	-,460**
	Probabilité	,000	,001
	N	50	50
Figure Complexe de Rey : score des éléments gauches	Corrélation de Pearson		-,416**
	Probabilité		,002
	N		51

** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Corrélation partielle: corrélation entre le côté de la lésion et le score total à la Figure Complexe de Rey en contrôlant pour les erreurs de commission

Corrélation			
Variable de contrôle			Côté de la lésion
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*	Figure Complexe de Rey : score total sans cas extrêmes	Corrélation	-,097
		Probabilité	,508
		dld	47

Corrélation partielle: corrélation entre le côté de la lésion et les erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey en contrôlant pour le score total

Corrélation			
Variable de contrôle			Figure Complexe de Rey : erreurs de commission*
Figure Complexe de Rey : score total sans cas extrêmes	côté de la lésion	Corrélation	,301
		Probabilité	,036
		dld	47

Corrélation partielle: corrélation entre le côté de la lésion et les erreurs de commission à la Figure Complexe de Rey en contrôlant pour les éléments de gauches correctement dessinés

Corrélation			
Variable de contrôle			côté de la lésion
Figure Complexe de Rey : score des éléments gauches	Figure Complexe de Rey : erreurs de commission*	Corrélation	,326
		Probabilité	,021
		dld	48

Corrélation partielle: corrélation entre le côté de la lésion et le score des éléments de gauche à la Figure Complexe de Rey en contrôlant pour les erreurs de commission

Corrélation			
Variable de contrôle			côté de la lésion
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*	Figure Complexe de Rey : score des éléments gauches	Corrélation	-,114
		Probabilité	,430
		Dld	48

Analyse discriminante pas à pas: % cas correctement classés dans le groupe des lésés droits et gauches par les 5 variables "LATÉRALISANTES"

Statistiques pas à pas

Coefficients ^a					
Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta	
1	(Constante)	1,083	,157		,000
	fcr com log10	,428	,153	,374	,007

a. Variable dépendante : cote de la lesion

Variables introduites/éliminées ^{a,b,c,d}				
Pas	Lambda de Wilks			
	F exact			
	Statistique	dld1	dld2	Probabilité
1	7,824	1	48,000	,007

A chaque pas, la variable qui minimise le lambda de Wilks global est introduite.

Matrice de structure	
	Fonction
	1
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*	1,000
Figure Complexe de Rey : score total sans l'outlier ^a	-,408
Figure Complexe de Rey : score des éléments gauches ^a	-,308
Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission *log10 + 3 ^a	,243
Fluidité verbale : erreurs de commission log10 + 1.5 ^a *	,136

Les corrélations intra-groupes combinés entre variables discriminantes et les variables des fonctions discriminantes canoniques standardisées sont ordonnées par tailles absolues des corrélations à l'intérieur de la fonction.

a. Cette variable n'est pas utilisée dans l'analyse.

Probabilités à priori des groupes				
côté de la lésion		A priori	Observations utilisées dans l'analyse	
			Non pondérées	Pondérées
	Gauche	,520	26	26,000
	Droite	,480	24	24,000
	Total	1,000	50	50,000

Coefficients des fonctions de classement		
		côté de la lésion
		gauche Droite
Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*		4,494 6,406
(Constante)		-2,384 -4,251
Fonctions discriminantes linéaires de Fisher		

Diagrammes classe par classe

Résultats du classement ^{b,c}					
		Côté de la lésion	Classe(s) d'affectation prévue(s)		Total
			gauche	Droite	
Original	Effectif	gauche	22	5	27
		droite	6	18	24
	%	gauche	81,5	18,5	100,0
		droite	25,0	75,0	100,0
Validé-croisé ^a	Effectif	gauche	22	5	27
		droite	6	18	24
	%	gauche	81,5	18,5	100,0
		droite	25,0	75,0	100,0

a. La validation croisée n'est effectuée que pour les observations de l'analyse. Dans la validation croisée, chaque observation est classée par les fonctions dérivées de toutes les autres observations.

b. 78,4% des observations originales classées correctement.

c. 78,4% des observations validées-croisées classées correctement.

Analyse discriminante: % de cas classés correctement dans les groupes de lésés gauches et droits par la variable "score total à la Figure Complexe de Rey"

Coefficients ^a					
Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta	
1	(Constante)	1,916	,252		,000
	fcr total sans outlier	-,003	,002	-,252	,077

a. Variable dépendante : cote de la lesion

Résultats du classement ^{b,c}					
		Côté de la lésion	Classe(s) d'affectation prévue(s) ^c		Total
			gauche	Droite	
Original	Effectif	gauche	17	9	26
		droite	12	12	24
	%	gauche	65,4	34,6	100,0
		droite	50,0	50,0	100,0
Validé-croisé ^a	Effectif	gauche	17	9	26
		droite	12	12	24
	%	gauche	65,4	34,6	100,0
		droite	50,0	50,0	100,0

a. La validation croisée n'est effectuée que pour les observations de l'analyse. Dans la validation croisée, chaque observation est classée par les fonctions dérivées de toutes les autres observations.

b. 58,0% des observations originales classées correctement.

c. 58,0% des observations validées-croisées classées correctement.

Analyse discriminante: % de cas classés correctement dans les groupes de lésés gauches et droits par la variable "score des éléments de gauches à la Figure Complexe de Rey"

Coefficients ^a				
Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés
		A	Erreur standard	Bêta
1	(Constante)	1,813	,195	
	Score des éléments gauches à la Figure Complexe de Rey	-,006	,003	-,259

a. Variable dépendante : cote de la lesion

Coefficients ^a				
Modèle		t	Sig.	95,0% % intervalles de confiance pour B
				Borne inférieure Limite supérieure
1	(Constante)	9,297	,000	1,421 2,205
	Score des éléments gauches à la Figure Complexe de Rey	-1,877	,066	-,012 ,000

a. Variable dépendante : cote de la lesion

Résultats du classement ^{b,c}					
		Côté de la lésion	Classe(s) d'affectation prévue(s)		Total
			gauche	Droite	
Original	Effectif	gauche	17	10	27
		droite	10	14	24
	%	gauche	63,0	37,0	100,0
		droite	41,7	58,3	100,0
Validé-croisé ^a	Effectif	gauche	17	10	27
		droite	11	13	24
	%	gauche	63,0	37,0	100,0
		droite	45,8	54,2	100,0
a. La validation croisée n'est effectuée que pour les observations de l'analyse. Dans la validation croisée, chaque observation est classée par les fonctions dérivées de toutes les autres observations.					
b. 60,8% des observations originales classées correctement.					
c. 58,8% des observations validées-croisées classées correctement.					

Analyse discriminante: % de cas classés correctement dans les groupes de lésés gauches et droits par la variable "erreurs de commission au test des Figures Récurrentes de Kimura"

Coefficients^a

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta		
1	(Constante)	,825	,341		2,418	,019
	frk com log10 + 3*	,558	,289	,266	1,931	,059

a. Variable dépendante : cote de la lésion

Résultats du classement ^{b,c}					
		Côté de la lésion	Classe(s) d'affectation prévue(s)		Total
			gauche	Droite	
Original	Effectif	gauche	19	8	27
		droite	12	12	24
	%	gauche	70,4	29,6	100,0
		droite	50,0	50,0	100,0
Validé-croisé ^a	Effectif	gauche	19	8	27
		droite	12	12	24
	%	gauche	70,4	29,6	100,0
		droite	50,0	50,0	100,0

a. La validation croisée n'est effectuée que pour les observations de l'analyse. Dans la validation croisée, chaque observation est classée par les fonctions dérivées de toutes les autres observations.

b. 60,8% des observations originales classées correctement.

c. 60,8% des observations validées-croisées classées correctement.

Analyse discriminante: % de cas classés correctement dans les groupes de lésés gauches et droits par la variable "erreurs de commission aux fluidités verbales du D-KEFS"

Coefficients ^a						
Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
		A	Erreur standard	Bêta		
1	(Constante)	1,185	,160		7,396	,000
	fv com log10 + 1.5*	,642	,326	,271	1,973	,054

a. Variable dépendante : cote de la lésion

Résultats du classement ^{b,c}					
		Côté de la lésion	Classe(s) d'affectation prévue(s)		Total
			gauche	Droite	
Original	Effectif	gauche	18	9	27
		droite	10	14	24
	%	gauche	66,7	33,3	100,0
		droite	41,7	58,3	100,0
Validé-croisé ^a	Effectif	gauche	18	9	27
		droite	10	14	24
	%	gauche	66,7	33,3	100,0
		droite	41,7	58,3	100,0

a. La validation croisée n'est effectuée que pour les observations de l'analyse. Dans la validation croisée, chaque observation est classée par les fonctions dérivées de toutes les autres observations.

b. 62,7% des observations originales classées correctement.

c. 62,7% des observations validées-croisées classées correctement.

Analyse des variables significativement liées au côté de la lésion avec les localisations lobaires en covariables:
Figure Complexe de Rey: score total
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Figure Complexe de Rey : score total sans l'outlier					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	12413,828 ^a	5	2482,766	1,932	,108
Ordonnée à l'origine	2319,841	1	2319,841	1,805	,186
frontal	2872,253	1	2872,253	2,235	,142
temporal	6619,226	1	6619,226	5,150	,028
pariétal	626,749	1	626,749	,488	,489
occipital	1825,282	1	1825,282	1,420	,240
côté	5823,624	1	5823,624	4,531	,039
Erreur	56550,052	44	1285,228		
Total	896891,000	50			
Total corrigé	68963,880	49			

a. R deux = ,180 (R deux ajusté = ,087)

Figure Complexe de Rey: éléments correctement dessinés du côté gauche de la Figure
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Score des éléments gauches à la Figure Complexe de Rey					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	3356,830 ^a	5	671,366	1,250	,302
Ordonnée à l'origine	842,583	1	842,583	1,569	,217
frontal	,054	1	,054	,000	,992
temporal	745,819	1	745,819	1,389	,245
pariétal	150,066	1	150,066	,279	,600
occipital	243,294	1	243,294	,453	,504
côté	1694,674	1	1694,674	3,155	,082
Erreur	24169,297	45	537,095		
Total	220728,500	51			
Total corrigé	27526,127	50			
a. R deux = ,122 (R deux ajusté = ,024)					

Figure Complexe de Rey: erreurs de commission
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Figure Complexe de Rey : erreurs de commission log10*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	1,994 ^a	5	,399	2,133	,079
Ordonnée à l'origine	1,910	1	1,910	10,214	,003
frontal	,093	1	,093	,496	,485
temporal	,202	1	,202	1,081	,304
pariétal	,071	1	,071	,380	,540
occipital	,223	1	,223	1,194	,280
côté	1,526	1	1,526	8,158	,006
Erreur	8,416	45	,187		
Total	52,574	51			
Total corrigé	10,410	50			
a. R deux = ,192 (R deux ajusté = ,102)					

Figures récurrentes de Kimura: erreurs de commission
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission com log10 + 3*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	,433 ^a	5	,087	1,587	,183
Ordonnée à l'origine	1,040	1	1,040	19,076	,000
frontal	,063	1	,063	1,161	,287
temporal	,026	1	,026	,483	,491
pariétal	,128	1	,128	2,348	,132
occipital	,010	1	,010	,190	,665
côté	,196	1	,196	3,605	,064
Erreur	2,452	45	,054		
Total	71,087	51			
Total corrigé	2,885	50			

a. R deux = ,150 (R deux ajusté = ,055)

Fluidité verbale: erreurs de commission
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Fluidité verbale du D-KEFS : erreurs de commission log10 + 1.5*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	,426 ^a	5	,085	2,083	,085
Ordonnée à l'origine	,055	1	,055	1,346	,252
frontal	,147	1	,147	3,606	,064
temporal	,030	1	,030	,734	,396
pariétal	,017	1	,017	,428	,516
occipital	,049	1	,049	1,200	,279
côté	,049	1	,049	1,210	,277
Erreur	1,839	45	,041		
Total	12,341	51			
Total corrigé	2,265	50			

a. R deux = ,188 (R deux ajusté = ,098)

Fluidité verbale: erreurs de commission en contrôlant pour la localisation frontale
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Fluidité verbale du D-KEFS : erreurs de commission log10 + 1.5*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	,332 ^a	2	,166	4,130	,022
Ordonnée à l'origine	,281	1	,281	6,972	,011
frontal	,166	1	,166	4,121	,048
côté	,092	1	,092	2,289	,137
Erreur	1,932	48	,040		
Total	12,341	51			
Total corrigé	2,265	50			
a. R deux = ,147 (R deux ajusté = ,111)					

Fluidité verbale: erreurs de commission X localisation frontale versus non-frontale en contrôlant pour le côté de la lésion
Analyse de variance unidimensionnelle

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: Fluidité verbale du D-KEFS : erreurs de commission log10 + 1.5*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	,332 ^a	2	,166	4,130	,022
Ordonnée à l'origine	,478	1	,478	11,879	,001
côté	,092	1	,092	2,289	,137
frontal	,166	1	,166	4,121	,048
Erreur	1,932	48	,040		
Total	12,341	51			
Total corrigé	2,265	50			
a. R deux = ,147 (R deux ajusté = ,111)					

Analyse des variables confondantes : corrélations entre les 5 variables « latéralisantes » et les variables potentiellement confondantes

Corrélations

		FCR :score total	FCR : % des éléments gauches	FCR : erreurs de commission*	Figures Récurrentes de Kimura : erreurs de commission*
age au moment de la lésion ou lers symptomes	Corrélation de Pearson	,415**	,361**	-,109	,178
	Sig. (bilatérale)	,003	,009	,447	,210
	N	50	51	51	51
intervalle 1er symptôme et age au test	Corrélation de Pearson	-,068	-,026	,012	,073
	Sig. (bilatérale)	,639	,859	,931	,609
	N	50	51	51	51
genre	Corrélation de Pearson	,251	,343*	-,063	,125
	Sig. (bilatérale)	,079	,014	,659	,384

	N	50	51	51	51
dominance manuelle	Corrélation de Pearson	,167	,021	,007	-,036
	Sig. (bilatérale)	,245	,886	,959	,802
	N	50	51	51	51
volume de la lésion dichotomique	Corrélation de Pearson	-,114	-,039	-,129	-,198
	Sig. (bilatérale)	,437	,790	,372	,167
	N	49	50	50	50
atteinte sous-corticale	Corrélation de Pearson	,185	,178	-,526**	-,120
	Sig. (bilatérale)	,198	,213	,000	,401
	N	50	51	51	51
etiologie progressive vs aigue	Corrélation de Pearson	-,224	-,226	-,019	-,192
	Sig. (bilatérale)	,122	,115	,894	,181
	N	49	50	50	50
nombre d'années de scolarité	Corrélation de Pearson	,436**	,448**	-,125	,224
	Sig. (bilatérale)	,002	,001	,380	,115
	N	50	51	51	51
épilepsie	Corrélation de Pearson	,268	,144	-,299*	-,176
	Sig. (bilatérale)	,060	,313	,033	,217
	N	50	51	51	51
présence de symptômes neurologiques résiduels (hémianopsie, hémiparésie, aphasie, perte de sensibilité, etc.)	Corrélation de Pearson	,282*	,196	-,127	-,167
	Sig. (bilatérale)	,047	,168	,375	,241
	N	50	51	51	51

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

		Fluidité verbale : erreurs de commission*
age au moment de la lésion ou 1ers symptômes	Corrélation de Pearson	-,144
	Sig. (bilatérale)	,314
	N	51
intervalle 1er symptôme et age au test	Corrélation de Pearson	-,110
	Sig. (bilatérale)	,444
	N	51
genre	Corrélation de Pearson	-,235
	Sig. (bilatérale)	,096
	N	51
dominance manuelle	Corrélation de Pearson	-,104
	Sig. (bilatérale)	,469
	N	51
volume de la lésion dichotomique	Corrélation de Pearson	-,164
	Sig. (bilatérale)	,256
	N	50
atteinte sous-corticale	Corrélation de Pearson	,107
	Sig. (bilatérale)	,454
	N	51
etiologie progressive vs aigue	Corrélation de Pearson	,086
	Sig. (bilatérale)	,551

	N	50
nombre d'années de scolarité	Corrélation de Pearson	-,343*
	Sig. (bilatérale)	,014
	N	51
épilepsie	Corrélation de Pearson	,014
	Sig. (bilatérale)	,925
	N	51
présence de symptômes neurologiques résiduels (hémianopsie, héminégligence, aphasie, perte de sensibilité, etc.)	Corrélation de Pearson	,223
	Sig. (bilatérale)	,116
	N	51

ANCOVA SCORE TOTAL À LA FCR x CÔTÉ avec âge au premier symptôme, scolarité et présence versus absence de symptômes neurologiques résiduels en covariables

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: fcr total sans outlier

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	22549,242 ^a	4	5637,310	5,465	,001
Ordonnée à l'origine	12352,326	1	12352,326	11,976	,001
agelesion	2657,012	1	2657,012	2,576	,115
scolarit	3867,450	1	3867,450	3,750	,059
neurolog	1590,777	1	1590,777	1,542	,221
cote	3104,022	1	3104,022	3,009	,090
Erreur	46414,638	45	1031,436		
Total	896891,000	50			
Total corrigé	68963,880	49			

a. R deux = ,327 (R deux ajusté = ,267)

ANCOVA ERREURS DE COMMISSION À LA FCR x CÔTÉ avec atteinte sous-corticale et présence versus absence d'épilepsie en covariables

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: fcr com log10*

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	4,481 ^a	3	1,494	11,841	,000
Ordonnée à l'origine	8,683	1	8,683	68,833	,000
scortica	1,893	1	1,893	15,003	,000
epilepsi	,621	1	,621	4,925	,031
cote	1,045	1	1,045	8,284	,006
Erreur	5,929	47	,126		
Total	52,574	51			
Total corrigé	10,410	50			

a. R deux = ,430 (R deux ajusté = ,394)

ANCOVA % DES ÉLÉMENTS GAUCHES À LA FCR x CÔTÉ avec âge au premier symptôme, genre et scolarité en covariables

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: Score des éléments gauches à la Figure Complexe de Rey

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	10521,889 ^a	4	2630,472	7,116	,000
Ordonnée à l'origine	447,239	1	447,239	1,210	,277
agelesion	550,390	1	550,390	1,489	,229
scolarit	1922,300	1	1922,300	5,200	,027
genre	2808,496	1	2808,496	7,598	,008
cote	1785,136	1	1785,136	4,829	,033
Erreur	17004,238	46	369,657		
Total	220728,500	51			
Total corrigé	27526,127	50			

a. R deux = ,382 (R deux ajusté = ,329)

ANCOVA ERREURS DE COMMISSION AUX FLUIDITÉS VERBALES DU D-KEFS x CÔTÉ avec scolarité en covariable

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: fv com log10 + 1.5*

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	,412 ^a	2	,206	5,342	,008
Ordonnée à l'origine	2,214	1	2,214	57,382	,000
scolarit	,246	1	,246	6,367	,015
cote	,146	1	,146	3,778	,058
Erreur	1,852	48	,039		
Total	12,341	51			
Total corrigé	2,265	50			

a. R deux = ,182 (R deux ajusté = ,148)

Analyse du type d'erreur de commission comme facteur potentiellement latéralisant.

Erreurs de commission de type «bris de règles» aux fluidités verbales en fonction du côté de la lésion en contrôlant pour la localisation frontale versus non-frontale

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: erreurs de commission de type bris de règles au test des fluidités verbales du D-KEFS log10*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	33,573 ^a	2	16,787	7,916	,001
Ordonnée à l'origine	31,355	1	31,355	14,787	,000
Frontal	8,484	1	8,484	4,001	,051
Côté	17,677	1	17,677	8,336	,006
Erreur	101,783	48	2,120		
Total	236,716	51			
Total corrigé	135,357	50			

a. R deux = ,248 (R deux ajusté = ,217)

Erreurs de commission de type «interférence» aux fluidités verbales en fonction du côté de la lésion en contrôlant pour la localisation frontale versus non-frontale

Tests des effets inter-sujets					
Variable dépendante: logfvcomint*					
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Modèle corrigé	9,088 ^a	2	4,544	2,001	,146
Ordonnée à l'origine	30,421	1	30,421	13,394	,001
Frontal	2,491	1	2,491	1,097	,300
Côté	8,195	1	8,195	3,608	,064
Erreur	109,022	48	2,271		
Total	307,807	51			
Total corrigé	118,110	50			

a. R deux = ,077 (R deux ajusté = ,038)

Erreurs d'intrusion, fausses reconnaissances et persévérations

Analyse de la normalité des distributions

Statistiques descriptives

Statistiques descriptives

	Asymétrie		Kurtosis	
	Statistique	Erreur std	Statistique	Erreur std
Erreurs d'intrusion (CMS + CVLT + Fluidité verbale et fluidité graphique du D-KEFS) *	1,998	,333	5,168	,656
Erreurs de type fausses reconnaissances (faux positifs à la reconnaissance de la FCR + CMS + Test global-local de dénomination de lettres + CVLT + FRK) *	,962	,333	,781	,656
Erreurs de persévération sur le CVLT + fluidité verbale + fluidité graphique*	1,264	,333	1,151	,656
N valide (listwise)				

Analyse des différences de moyennes par tests-t

Statistiques de groupe

	Cote de la lésion		N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard moyenne
Intrusions*	Dimens ion1	gauche	27	1,1564	,21759	,04188
		droite	24	1,1794	,22238	,04539
Fausses reconnaissances*	Dimens ion1	gauche	27	1,3519	,19380	,03730
		droite	24	1,3510	,24327	,04966
Persévérations*	Dimens ion1	gauche	27	,7659	,32460	,06247
		droite	24	,9098	,29056	,05931

Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances	
		F	Sig.
Intrusions*	Hypothèse de variances égales	,076	,784
	Hypothèse de variances inégales		
Fausses reconnaissances*	Hypothèse de variances égales	,663	,419
	Hypothèse de variances inégales		
Perseverations*	Hypothèse de variances égales	,433	,514
	Hypothèse de variances inégales		

Test d'échantillons indépendants

		Test-t pour égalité des moyennes		
		t	Ddl	Sig. (bilatérale)
Intrusions*	Hypothèse de variances égales	-,372	49	,712
	Hypothèse de variances inégales	-,371	48,032	,712
Fausses reconnaissances*	Hypothèse de variances égales	,016	49	,988
	Hypothèse de variances inégales	,015	43,908	,988
Perseverations*	Hypothèse de variances égales	-1,659	49	,104
	Hypothèse de variances inégales	-1,670	48,996	,101

ANNEXE V

FICHER DE SORTIE SPSS DES ANALYSES STATISTIQUES DE L'ARTICLE 2 : DISSOCIATION OF ERRORS OF OMISSION AND OF COMMISSION AS A FUNCTION OF HEMISPHERE LESIONED ON TASKS OF COMPLEX EXECUTIVE FUNCTIONS

Test de la normalité des distributions: les fonctions exécutives sur SAVR
Explorer

* toutes les mesures sont des scores de contre performance.

Descriptives		Statistique	Erreur type
Erreurs d'omission sur les épreuves de fonctions exécutives avec le cas extrême	Asymétrie	2,120	,427
	Aplatissement	6,971	,833
Erreurs de commission sur les épreuves de fonctions exécutives	Asymétrie	,316	,427
	Aplatissement	-1,031	,833
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Asymétrie	,394	,427
	Aplatissement	-,053	,833
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	Asymétrie	4,754	,427
	Aplatissement	24,500	,833
Erreurs d'omission en mémoire prospective « event-based » (épreuve du téléphone)	Asymétrie	,765	,427
	Aplatissement	-,118	,833
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Asymétrie	,978	,427
	Aplatissement	,992	,833
Erreurs de commission à l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	Asymétrie	1,047	,427
	Aplatissement	,554	,833

	Shapiro-Wilk	
	Statistique	probabilité
Erreurs d'omission sur les épreuves de fonctions exécutives avec le cas extrême	,827	,000
Erreurs de commission sur les épreuves de fonctions exécutives	,936	,072
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	,958	,273
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	,410	,000
Erreurs d'omission en mémoire prospective « event-based » (épreuve du téléphone)	,909	,014
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	,915	,020
Erreurs de commission à l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	,881	0,003

*dld = 30 pour les variables ci-dessus.

Analyse de l'interaction 2 X 2 X 2 X 2 CONSTRUIT (FONCTIONS EXÉCUTIVES VERSUS MÉMOIRE RÉTROSPECTIVE) X CÔTÉ X BIAIS DE RÉPONSE X PRÉSENCE DE LÉSION FRONTALE
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets						
Mesure:MEASURE_1						
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés	D	Probabilité
Biais	Sphéricité supposée	1079,127	1	1079,127	46,799	,000
	Greenhouse-Geisser	1079,127	1,000	1079,127	46,799	,000
	Huynh-Feldt	1079,127	1,000	1079,127	46,799	,000
	Borne inférieure	1079,127	1,000	1079,127	46,799	,000
biais * côté	Sphéricité supposée	21,901	1	21,901	,950	,339
	Greenhouse-Geisser	21,901	1,000	21,901	,950	,339
	Huynh-Feldt	21,901	1,000	21,901	,950	,339
	Borne inférieure	21,901	1,000	21,901	,950	,339
biais * frontal	Sphéricité supposée	1,092	1	1,092	,047	,829
	Greenhouse-Geisser	1,092	1,000	1,092	,047	,829
	Huynh-Feldt	1,092	1,000	1,092	,047	,829
	Borne inférieure	1,092	1,000	1,092	,047	,829
biais * côté * frontal	Sphéricité supposée	11,612	1	11,612	,504	,484
	Greenhouse-Geisser	11,612	1,000	11,612	,504	,484
	Huynh-Feldt	11,612	1,000	11,612	,504	,484
	Borne inférieure	11,612	1,000	11,612	,504	,484
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	576,464	25	23,059		
	Greenhouse-Geisser	576,464	25,000	23,059		
	Huynh-Feldt	576,464	25,000	23,059		
	Borne inférieure	576,464	25,000	23,059		
Construit	Sphéricité supposée	48,642	1	48,642	5,078	,033
	Greenhouse-Geisser	48,642	1,000	48,642	5,078	,033
	Huynh-Feldt	48,642	1,000	48,642	5,078	,033
	Borne inférieure	48,642	1,000	48,642	5,078	,033
Construit * côté	Sphéricité supposée	79,711	1	79,711	8,321	,008
	Greenhouse-Geisser	79,711	1,000	79,711	8,321	,008
	Huynh-Feldt	79,711	1,000	79,711	8,321	,008
	Borne inférieure	79,711	1,000	79,711	8,321	,008
Construit * frontal	Sphéricité supposée	2,602	1	2,602	,272	,607
	Greenhouse-Geisser	2,602	1,000	2,602	,272	,607
	Huynh-Feldt	2,602	1,000	2,602	,272	,607
	Borne inférieure	2,602	1,000	2,602	,272	,607
Construit * côté * frontal	Sphéricité supposée	22,977	1	22,977	2,399	,134
	Greenhouse-Geisser	22,977	1,000	22,977	2,399	,134
	Huynh-Feldt	22,977	1,000	22,977	2,399	,134
	Borne inférieure	22,977	1,000	22,977	2,399	,134
Erreur(construit)	Sphéricité supposée	239,482	25	9,579		
	Greenhouse-Geisser	239,482	25,000	9,579		
	Huynh-Feldt	239,482	25,000	9,579		
	Borne inférieure	239,482	25,000	9,579		
biais * construit	Sphéricité supposée	147,390	1	147,390	17,800	,000
	Greenhouse-Geisser	147,390	1,000	147,390	17,800	,000

	Huynh-Feldt	147,390	1,000	147,390	17,800	,000
	Borne inférieure	147,390	1,000	147,390	17,800	,000
biais * construit * côté	Sphéricité supposée	36,627	1	36,627	4,423	,046
	Greenhouse-Geisser	36,627	1,000	36,627	4,423	,046
	Huynh-Feldt	36,627	1,000	36,627	4,423	,046
	Borne inférieure	36,627	1,000	36,627	4,423	,046
biais * construit * frontal	Sphéricité supposée	,928	1	,928	,112	,741
	Greenhouse-Geisser	,928	1,000	,928	,112	,741
	Huynh-Feldt	,928	1,000	,928	,112	,741
	Borne inférieure	,928	1,000	,928	,112	,741
biais * construit * côté * frontal	Sphéricité supposée	3,436	1	3,436	,415	,525
	Greenhouse-Geisser	3,436	1,000	3,436	,415	,525
	Huynh-Feldt	3,436	1,000	3,436	,415	,525
	Borne inférieure	3,436	1,000	3,436	,415	,525
Erreur(biais*construit)	Sphéricité supposée	207,007	25	8,280		
	Greenhouse-Geisser	207,007	25,000	8,280		
	Huynh-Feldt	207,007	25,000	8,280		
	Borne inférieure	207,007	25,000	8,280		

Tests des contrastes intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source	Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
Biais	1079,127	1	1079,127
biais * côté	21,901	1	21,901
biais * frontal	1,092	1	1,092
biais * côté * frontal	11,612	1	11,612
Erreur(biais)	576,464	25	23,059
Construit	48,642	1	48,642
Construit * côté	79,711	1	79,711
Construit * frontal	2,602	1	2,602
Construit * côté * frontal	22,977	1	22,977
Erreur(construit)	239,482	25	9,579
biais * construit	147,390	1	147,390
biais * construit * côté	36,627	1	36,627
biais * construit * frontal	,928	1	,928
biais * construit * côté * frontal	3,436	1	3,436
Erreur(biais*construit)	207,007	25	8,280

Tests des contrastes intra-sujets		
Mesure: MEASURE_1		
Source	D	Probabilité
Biais	46,799	,000
biais * côté	,950	,339
biais * frontal	,047	,829
biais * côté * frontal	,504	,484
Construit	5,078	,033
Construit * côté	8,321	,008
Construit * frontal	,272	,607
Construit * côté * frontal	2,399	,134
biais * construit	17,800	,000
biais * construit * côté	4,423	,046
biais * construit * frontal	,112	,741
biais * construit * côté * frontal	,415	,525

Corrélations entre les variables dépendantes (erreurs d'omission et de commission sur les tâches de fonctions exécutives et de mémoire rétrospective incidente de SAVR) et les variables confondantes.

Corrélations					
		Erreurs d'omission sur les tâches de fonctions exécutives	Erreurs de commission sur les tâches de fonctions exécutives	Erreurs d'omission sur l'activité de mémoire rétrospective	Erreurs de commission sur l'activité de mémoire rétrospective
Erreurs d'omission sur les tâches de fonctions exécutives	Corrélation de Pearson	1	,499**	,359	-,034
	Sig. (bilatérale)		,006	,056	,863
	N	29	29	29	29
Erreurs de commission sur les tâches de fonctions exécutives	Corrélation de Pearson	,499**	1	,174	,180
	Sig. (bilatérale)	,006		,359	,341
	N	29	30	30	30
Erreurs d'omission sur l'activité de mémoire rétrospective	Corrélation de Pearson	,359	,174	1	-,089
	Sig. (bilatérale)	,056	,359		,641
	N	29	30	30	30
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire rétrospective	Corrélation de Pearson	-,034	,180	-,089	1
	Sig. (bilatérale)	,863	,341	,641	
	N	29	30	30	30
Âge au premier symptôme	Corrélation de Pearson	-,370*	-,205	,002	,207
	Sig. (bilatérale)	,048	,277	,993	,273
	N	29	30	30	30
Intervalle de temps entre l'âge au test et le premier symptôme	Corrélation de Pearson	,257	,147	-,076	-,020
	Sig. (bilatérale)	,179	,437	,691	,915

	N	29	30	30	30
Genre	Corrélation de Pearson	-,086	,103	,058	,146
	Sig. (bilatérale)	,658	,587	,759	,441
	N	29	30	30	30
Dominance manuelle	Corrélation de Pearson	-,214	,129	,146	,201
	Sig. (bilatérale)	,264	,497	,442	,287
	N	29	30	30	30
Volume de la lésion dichotomique (nombre de lobes touchés)	Corrélation de Pearson	,084	-,194	,002	-,238
	Sig. (bilatérale)	,671	,314	,993	,214
	N	28	29	29	29
Étiologie à potentiel progressif versus aigu	Corrélation de Pearson	,292	,107	-,377*	,181
	Sig. (bilatérale)	,125	,574	,040	,339
	N	29	30	30	30
Nombre d'années de scolarité	Corrélation de Pearson	-,341	-,348	-,003	-,077
	Sig. (bilatérale)	,070	,060	,989	,687
	N	29	30	30	30
Présence versus absence d'épilepsie	Corrélation de Pearson	-,355	-,433*	-,253	-,110
	Sig. (bilatérale)	,059	,017	,178	,564
	N	29	30	30	30
Présence de symptômes neurologiques résiduels	Corrélation de Pearson	-,378*	-,316	,007	-,079
	Sig. (bilatérale)	,043	,089	,973	,680
	N	29	30	30	30

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Section RÉSULTATS analyse principale BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure: MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	192,443	1	192,443
	Greenhouse-Geisser	192,443	1,000	192,443
	Huynh-Feldt	192,443	1,000	192,443
	Borne inférieure	192,443	1,000	192,443
biais * côté	Sphéricité supposée	106,512	1	106,512
	Greenhouse-Geisser	106,512	1,000	106,512
	Huynh-Feldt	106,512	1,000	106,512
	Borne inférieure	106,512	1,000	106,512
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	380,074	27	14,077
	Greenhouse-Geisser	380,074	27,000	14,077
	Huynh-Feldt	380,074	27,000	14,077

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	192,443	1	192,443
	Greenhouse-Geisser	192,443	1,000	192,443
	Huynh-Feldt	192,443	1,000	192,443
	Borne inférieure	192,443	1,000	192,443
biais * côté	Sphéricité supposée	106,512	1	106,512
	Greenhouse-Geisser	106,512	1,000	106,512
	Huynh-Feldt	106,512	1,000	106,512
	Borne inférieure	106,512	1,000	106,512
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	380,074	27	14,077
	Greenhouse-Geisser	380,074	27,000	14,077
	Huynh-Feldt	380,074	27,000	14,077
	Borne inférieure	380,074	27,000	14,077

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
Biais	Sphéricité supposée	13,671	,001
	Greenhouse-Geisser	13,671	,001
	Huynh-Feldt	13,671	,001
	Borne inférieure	13,671	,001
biais * côté	Sphéricité supposée	7,567	,010
	Greenhouse-Geisser	7,567	,010
	Huynh-Feldt	7,567	,010
	Borne inférieure	7,567	,010

Moyennes marginales estimées

3. côté de la lésion * biais					
Mesure:MEASURE_1					
côté de la lésion	Biais	Moyenne	Erreur type de la moyenne	Intervalle de confiance à 95%	
				Borne inférieure	Limite supérieure
Gauche	Omission	9,000	1,143	6,655	11,345
	Commission	9,933	1,685	6,476	13,391
Droite	Omission	7,286	1,183	4,859	9,713
	Commission	13,643	1,744	10,064	17,222

Analyse principale BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ : analyses des variables confondantes
 BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ avec ÂGE AU PREMIER SYMPTÔME en covariable
 Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	63,992	1	63,992
	Greenhouse-Geisser	63,992	1,000	63,992
	Huynh-Feldt	63,992	1,000	63,992
	Borne inférieure	63,992	1,000	63,992
biais * âge au premier symptôme	Sphéricité supposée	2,015E-5	1	2,015E-5
	Greenhouse-Geisser	2,015E-5	1,000	2,015E-5
	Huynh-Feldt	2,015E-5	1,000	2,015E-5
	Borne inférieure	2,015E-5	1,000	2,015E-5
biais * côté	Sphéricité supposée	106,238	1	106,238
	Greenhouse-Geisser	106,238	1,000	106,238
	Huynh-Feldt	106,238	1,000	106,238
	Borne inférieure	106,238	1,000	106,238
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	380,074	26	14,618
	Greenhouse-Geisser	380,074	26,000	14,618
	Huynh-Feldt	380,074	26,000	14,618
	Borne inférieure	380,074	26,000	14,618

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	4,378	,046
	Greenhouse-Geisser	4,378	,046
	Huynh-Feldt	4,378	,046
	Borne inférieure	4,378	,046
biais * âge au premier symptôme	Sphéricité supposée	,000	,999
	Greenhouse-Geisser	,000	,999
	Huynh-Feldt	,000	,999
	Borne inférieure	,000	,999
Biais * côté	Sphéricité supposée	7,268	,012
	Greenhouse-Geisser	7,268	,012
	Huynh-Feldt	7,268	,012
	Borne inférieure	7,268	,012

3. côté de la lésion * biais

Mesure:MEASURE_1

Côté de la lésion		biais	Moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Limite supérieure
Dimension1	gauche	1	8,922 ^a	1,084	6,695	11,150
		2	9,856 ^a	1,664	6,435	13,276
	droite	1	7,369 ^a	1,122	5,063	9,675
		2	13,726 ^a	1,723	10,185	17,267

a. Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : âge au premier symptôme continue = 8,2897.

Analyse principale BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ : analyses des variables confondantes
 BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ avec PRESENCE VERSUS ABSENCE DE SYMPTÔME NEUROLOGIQUE
 RÉSIDUEL en covariable
 Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	10,365	1	10,365
	Greenhouse-Geisser	10,365	1,000	10,365
	Huynh-Feldt	10,365	1,000	10,365
	Borne inférieure	10,365	1,000	10,365
biais * symptôme neurologique	Sphéricité supposée	,918	1	,918
	Greenhouse-Geisser	,918	1,000	,918
	Huynh-Feldt	,918	1,000	,918
	Borne inférieure	,918	1,000	,918
biais * côté	Sphéricité supposée	105,063	1	105,063
	Greenhouse-Geisser	105,063	1,000	105,063
	Huynh-Feldt	105,063	1,000	105,063
	Borne inférieure	105,063	1,000	105,063
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	379,156	26	14,583
	Greenhouse-Geisser	379,156	26,000	14,583
	Huynh-Feldt	379,156	26,000	14,583
	Borne inférieure	379,156	26,000	14,583

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	,711	,407
	Greenhouse-Geisser	,711	,407
	Huynh-Feldt	,711	,407
	Borne inférieure	,711	,407
biais * symptôme neurologique	Sphéricité supposée	,063	,804
	Greenhouse-Geisser	,063	,804
	Huynh-Feldt	,063	,804
	Borne inférieure	,063	,804
biais * côté	Sphéricité supposée	7,205	,012
	Greenhouse-Geisser	7,205	,012
	Huynh-Feldt	7,205	,012
	Borne inférieure	7,205	,012

3. côté de la lésion * biais

Mesure:MEASURE_1

côté de la lésion		biais	Moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Limite supérieure
Dimension1	Gauche	1	9,454 ^a	1,057	7,281	11,627
		2	10,328 ^a	1,681	6,872	13,783
	Droite	1	6,799 ^a	1,095	4,548	9,050
		2	13,220 ^a	1,742	9,640	16,801

a. Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : présence de symptômes neurologiques résiduels (hémianopsie, hémiparésie, aphasie, perte de sensibilité, etc.) = 1,55.

Analyse principale BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ : analyses des variables confondantes

BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ avec PRÉSENCE VERSUS ABSENCE D'ÉPILEPSIE en covariable

Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	88,743	1	88,743
	Greenhouse-Geisser	88,743	1,000	88,743
	Huynh-Feldt	88,743	1,000	88,743
	Borne inférieure	88,743	1,000	88,743
biais * épilepsie	Sphéricité supposée	27,742	1	27,742
	Greenhouse-Geisser	27,742	1,000	27,742
	Huynh-Feldt	27,742	1,000	27,742
	Borne inférieure	27,742	1,000	27,742
biais * côté	Sphéricité supposée	110,047	1	110,047
	Greenhouse-Geisser	110,047	1,000	110,047
	Huynh-Feldt	110,047	1,000	110,047
	Borne inférieure	110,047	1,000	110,047
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	352,332	26	13,551
	Greenhouse-Geisser	352,332	26,000	13,551
	Huynh-Feldt	352,332	26,000	13,551
	Borne inférieure	352,332	26,000	13,551

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	6,549	,017
	Greenhouse-Geisser	6,549	,017
	Huynh-Feldt	6,549	,017
	Borne inférieure	6,549	,017
biais * épilepsie	Sphéricité supposée	2,047	,164
	Greenhouse-Geisser	2,047	,164
	Huynh-Feldt	2,047	,164
	Borne inférieure	2,047	,164
biais * côté	Sphéricité supposée	8,121	,008
	Greenhouse-Geisser	8,121	,008
	Huynh-Feldt	8,121	,008

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	6,549	,017
	Greenhouse-Geisser	6,549	,017
	Huynh-Feldt	6,549	,017
	Borne inférieure	6,549	,017
biais * epilepsie	Sphéricité supposée	2,047	,164
	Greenhouse-Geisser	2,047	,164
	Huynh-Feldt	2,047	,164
	Borne inférieure	2,047	,164
biais * côté	Sphéricité supposée	8,121	,008
	Greenhouse-Geisser	8,121	,008
	Huynh-Feldt	8,121	,008
	Borne inférieure	8,121	,008

3. côté de la lésion * biais

Mesure:MEASURE_1

côté de la lésion		biais	Moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Limite supérieure
Dimension1	Gauche	1	8,951 ^a	1,089	6,713	11,189
		2	9,840 ^a	1,524	6,706	12,973
	Droite	1	7,338 ^a	1,127	5,022	9,654
		2	13,743 ^a	1,578	10,499	16,987

a. Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : épilepsie = 1,48.

Analyse principale BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ : analyses des variables confondantes
 BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ avec ÂGE AU PREMIER SYMPTÔME, PRÉSENCE VERSUS ABSENCE DE SYMPTÔME NEUROLOGIQUE RÉSIDUEL et PRÉSENCE VERSUS ABSENCE D'ÉPILEPSIE en covariable
 Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets

Mesure:MEASURE_1

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	33,190	1	33,190
	Greenhouse-Geisser	33,190	1,000	33,190
	Huynh-Feldt	33,190	1,000	33,190
	Borne inférieure	33,190	1,000	33,190
biais * epilepsie	Sphéricité supposée	35,123	1	35,123
	Greenhouse-Geisser	35,123	1,000	35,123
	Huynh-Feldt	35,123	1,000	35,123
	Borne inférieure	35,123	1,000	35,123
biais * âge au premier symptôme	Sphéricité supposée	,081	1	,081
	Greenhouse-Geisser	,081	1,000	,081
	Huynh-Feldt	,081	1,000	,081
	Borne inférieure	,081	1,000	,081
biais * symptôme neurologique	Sphéricité supposée	7,465	1	7,465
	Greenhouse-Geisser	7,465	1,000	7,465
	Huynh-Feldt	7,465	1,000	7,465
	Borne inférieure	7,465	1,000	7,465

biais * côté	Sphéricité supposée	116,272	1	116,272
	Greenhouse-Geisser	116,272	1,000	116,272
	Huynh-Feldt	116,272	1,000	116,272
	Borne inférieure	116,272	1,000	116,272
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	343,953	24	14,331
	Greenhouse-Geisser	343,953	24,000	14,331
	Huynh-Feldt	343,953	24,000	14,331
	Borne inférieure	343,953	24,000	14,331

Tests des effets intra-sujets

Mesure: MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	2,316	,141
	Greenhouse-Geisser	2,316	,141
	Huynh-Feldt	2,316	,141
	Borne inférieure	2,316	,141
biais * épilepsie	Sphéricité supposée	2,451	,131
	Greenhouse-Geisser	2,451	,131
	Huynh-Feldt	2,451	,131
	Borne inférieure	2,451	,131
biais * âge au premier symptôme	Sphéricité supposée	,006	,941
	Greenhouse-Geisser	,006	,941
	Huynh-Feldt	,006	,941
	Borne inférieure	,006	,941
biais * symptôme neurologique	Sphéricité supposée	,521	,477
	Greenhouse-Geisser	,521	,477
	Huynh-Feldt	,521	,477
	Borne inférieure	,521	,477
biais * côté	Sphéricité supposée	8,113	,009
	Greenhouse-Geisser	8,113	,009
	Huynh-Feldt	8,113	,009
	Borne inférieure	8,113	,009

3. côté de la lésion * biais

Mesure: MEASURE_1

côté de la lésion		Biais	Moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Limite supérieure
dimension1	gauche	1	9,234 ^a	1,034	7,100	11,368
		2	9,931 ^a	1,584	6,663	13,200
	droite	1	7,035 ^a	1,072	4,823	9,247
		2	13,645 ^a	1,642	10,257	17,033

a. Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : épilepsie = 1,48, âge au premier symptôme continue = 8,2897, présence de symptômes neurologiques résiduels (hémianopsie, hémiparésie, aphasie, perte de sensibilité, etc.) = 1,55.

Test de l'effet simple COMMISSION X CÔTÉ

Test-t

Statistiques de groupe					
	Côté de la lésion	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur type de la moyenne
Erreurs de commission sur les épreuves de fonctions exécutives	Gauche	16	9,9375	6,13698	1,53424
	Droite	14	13,6429	6,70943	1,79317

Test d'échantillons indépendants					
		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes	
		F	Probabilité	t	dld
Erreurs de commission sur les épreuves de fonctions exécutives	Hypothèse de variances égales	,060	,808	-1,580	28
	Hypothèse de variances inégales			-1,570	26,631

Test d'échantillons indépendants				
		Test-t pour égalité des moyennes		
		Probabilité	Différence moyenne	Différence écart-type
Erreurs de commission sur les épreuves de fonctions exécutives	Hypothèse de variances égales	,125	-3,70536	2,34550
	Hypothèse de variances inégales	,128	-3,70536	2,35995

Test de l'effet simple OMISSION X CÔTÉ

Test-t

Statistiques de groupe					
	côté de la lésion	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur type de la moyenne
Erreurs d'omission sur les épreuves de fonctions exécutives	gauche	15	9,0000	4,42396	1,14226
	droite	14	7,2857	4,42769	1,18335

Test d'échantillons indépendants					
		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes	
		F	Probabilité	t	dld
Erreurs d'omission sur les épreuves de fonctions exécutives	Hypothèse de variances égales	,000	,998	1,042	27
	Hypothèse de variances inégales			1,042	26,859

Test d'échantillons indépendants				
		Test-t pour égalité des moyennes		
		Probabilité	Différence moyenne	Différence écart-type
Erreurs d'omission sur les épreuves de fonctions exécutives	Hypothèse de variances égales	,307	1,71429	1,64466
	Hypothèse de variances inégales	,307	1,71429	1,64471

Test-t: tests des effets simples

Statistiques de groupe					
	côté de la lésion	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur type de la moyenne
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	gauche	16	5,9375	2,86284	,71571
	droite	14	4,2143	2,39161	,63918
Erreurs d'omission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	gauche	15	,9333	1,03280	,26667
	droite	14	1,1429	1,16732	,31198
Erreurs d'omission en mémoire prospective « event-based » (épreuve du téléphone)	gauche	16	2,5000	2,12916	,53229
	droite	14	1,9286	1,68543	,45045
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	gauche	16	,9450	,18883	,04721
	droite	14	1,1016	,19023	,05084
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	gauche	16	,5988	,27755	,06939
	droite	14	,5672	,26839	,07173

Test d'échantillons indépendants			
		Test de Levene sur l'égalité des variances	
		F	Probabilité
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	,053	,819
	Hypothèse de variances inégales		
Erreurs d'omission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	,462	,502
	Hypothèse de variances inégales		
Erreurs d'omission en mémoire prospective « event-based » (épreuve du téléphone)	Hypothèse de variances égales	1,029	,319
	Hypothèse de variances inégales		
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	,251	,620
	Hypothèse de variances inégales		
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	Hypothèse de variances égales	,019	,892
	Hypothèse de variances inégales		

Test d'échantillons indépendants				
		Test-t pour égalité des moyennes		
		t	dld	Probabilité
Erreurs d'omission à l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	1,774	28	,087
	Hypothèse de variances inégales	1,796	27,952	,083
Erreurs d'omission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	-,513	27	,612
	Hypothèse de variances inégales	-,511	26,032	,614
Erreurs d'omission en mémoire prospective « event-based » (épreuve du téléphone)	Hypothèse de variances égales	,807	28	,427
	Hypothèse de variances inégales	,819	27,754	,419
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail en double-tâche	Hypothèse de variances égales	-2,259	28	,032
	Hypothèse de variances inégales	-2,258	27,417	,032
Erreurs de commission sur l'activité de mémoire de travail et d'attention soutenue	Hypothèse de variances égales	,315	28	,755
	Hypothèse de variances inégales	,316	27,695	,754

Analyse de l'interaction BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ sur l'épreuve de mémoire de travail en double-tâche de SAVR

Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
Biais	Sphéricité supposée	,299	1	,299
	Greenhouse-Geisser	,299	1,000	,299
	Huynh-Feldt	,299	1,000	,299
	Borne inférieure	,299	1,000	,299
Biais * côté	Sphéricité supposée	,234	1	,234
	Greenhouse-Geisser	,234	1,000	,234
	Huynh-Feldt	,234	1,000	,234
	Borne inférieure	,234	1,000	,234
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	,457	28	,016
	Greenhouse-Geisser	,457	28,000	,016
	Huynh-Feldt	,457	28,000	,016
	Borne inférieure	,457	28,000	,016

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
Biais	Sphéricité supposée	18,345	,000
	Greenhouse-Geisser	18,345	,000
	Huynh-Feldt	18,345	,000
	Borne inférieure	18,345	,000
Biais * côté	Sphéricité supposée	14,332	,001
	Greenhouse-Geisser	14,332	,001
	Huynh-Feldt	14,332	,001
	Borne inférieure	14,332	,001

Moyennes marginales estimées

3. côté de la lésion * biais					
Mesure:MEASURE_1					
Côté de la lésion	biais	Moyenne	Erreur type de la moyenne	Intervalle de confiance à 95%	
				Borne inférieure	Limite supérieure
gauche	1	,929	,037	,852	1,005
	2	,945	,047	,848	1,042
droite	1	,835	,040	,753	,917
	2	1,102	,051	,998	1,205

Analyse de l'effet de lobe sur le biais de réponse: LÉSION FRONTALE X BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	182,688	1	182,688
	Greenhouse-Geisser	182,688	1,000	182,688
	Huynh-Feldt	182,688	1,000	182,688
	Borne inférieure	182,688	1,000	182,688
biais * côté	Sphéricité supposée	112,203	1	112,203
	Greenhouse-Geisser	112,203	1,000	112,203
	Huynh-Feldt	112,203	1,000	112,203
	Borne inférieure	112,203	1,000	112,203
biais * frontal	Sphéricité supposée	3,318	1	3,318
	Greenhouse-Geisser	3,318	1,000	3,318
	Huynh-Feldt	3,318	1,000	3,318
	Borne inférieure	3,318	1,000	3,318
biais * côté * frontal	Sphéricité supposée	22,093	1	22,093
	Greenhouse-Geisser	22,093	1,000	22,093
	Huynh-Feldt	22,093	1,000	22,093
	Borne inférieure	22,093	1,000	22,093
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	351,888	25	14,076
	Greenhouse-Geisser	351,888	25,000	14,076
	Huynh-Feldt	351,888	25,000	14,076
	Borne inférieure	351,888	25,000	14,076

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	12,979	,001
	Greenhouse-Geisser	12,979	,001
	Huynh-Feldt	12,979	,001
	Borne inférieure	12,979	,001
biais * côté	Sphéricité supposée	7,971	,009
	Greenhouse-Geisser	7,971	,009
	Huynh-Feldt	7,971	,009
	Borne inférieure	7,971	,009
biais * frontal	Sphéricité supposée	,236	,632
	Greenhouse-Geisser	,236	,632
	Huynh-Feldt	,236	,632
	Borne inférieure	,236	,632
biais * côté * frontal	Sphéricité supposée	1,570	,222
	Greenhouse-Geisser	1,570	,222
	Huynh-Feldt	1,570	,222
	Borne inférieure	1,570	,222

Analyse de l'effet de lobe sur le biais de réponse: LÉSION TEMPORALE X BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	157,072	1	157,072
	Greenhouse-Geisser	157,072	1,000	157,072
	Huynh-Feldt	157,072	1,000	157,072
	Borne inférieure	157,072	1,000	157,072
biais * côté	Sphéricité supposée	103,653	1	103,653
	Greenhouse-Geisser	103,653	1,000	103,653
	Huynh-Feldt	103,653	1,000	103,653
	Borne inférieure	103,653	1,000	103,653
biais * temporal	Sphéricité supposée	1,072	1	1,072
	Greenhouse-Geisser	1,072	1,000	1,072
	Huynh-Feldt	1,072	1,000	1,072
	Borne inférieure	1,072	1,000	1,072
biais * côté * temporal	Sphéricité supposée	4,163	1	4,163
	Greenhouse-Geisser	4,163	1,000	4,163
	Huynh-Feldt	4,163	1,000	4,163
	Borne inférieure	4,163	1,000	4,163
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	374,761	25	14,990
	Greenhouse-Geisser	374,761	25,000	14,990
	Huynh-Feldt	374,761	25,000	14,990
	Borne inférieure	374,761	25,000	14,990

Tests des effets intra-sujets			
Mesure: MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	10,478	,003
	Greenhouse-Geisser	10,478	,003
	Huynh-Feldt	10,478	,003
	Borne inférieure	10,478	,003
biais * côté	Sphéricité supposée	6,915	,014
	Greenhouse-Geisser	6,915	,014
	Huynh-Feldt	6,915	,014
	Borne inférieure	6,915	,014
biais * temporal	Sphéricité supposée	,071	,791
	Greenhouse-Geisser	,071	,791
	Huynh-Feldt	,071	,791
	Borne inférieure	,071	,791
biais * côté * temporal	Sphéricité supposée	,278	,603
	Greenhouse-Geisser	,278	,603
	Huynh-Feldt	,278	,603
	Borne inférieure	,278	,603

Analyse de l'effet de lobe sur le biais de réponse: LÉSION PARIÉTALE X BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure: MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	12,542	1	12,542
	Greenhouse-Geisser	12,542	1,000	12,542
	Huynh-Feldt	12,542	1,000	12,542
	Borne inférieure	12,542	1,000	12,542
biais * côté	Sphéricité supposée	1,883	1	1,883
	Greenhouse-Geisser	1,883	1,000	1,883
	Huynh-Feldt	1,883	1,000	1,883
	Borne inférieure	1,883	1,000	1,883
biais * pariétal	Sphéricité supposée	38,352	1	38,352
	Greenhouse-Geisser	38,352	1,000	38,352
	Huynh-Feldt	38,352	1,000	38,352
	Borne inférieure	38,352	1,000	38,352
biais * côté * pariétal	Sphéricité supposée	35,424	1	35,424
	Greenhouse-Geisser	35,424	1,000	35,424
	Huynh-Feldt	35,424	1,000	35,424
	Borne inférieure	35,424	1,000	35,424
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	332,862	25	13,314
	Greenhouse-Geisser	332,862	25,000	13,314
	Huynh-Feldt	332,862	25,000	13,314
	Borne inférieure	332,862	25,000	13,314

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	,942	,341
	Greenhouse-Geisser	,942	,341
	Huynh-Feldt	,942	,341
	Borne inférieure	,942	,341
biais * côté	Sphéricité supposée	,141	,710
	Greenhouse-Geisser	,141	,710
	Huynh-Feldt	,141	,710
	Borne inférieure	,141	,710
biais * pariétal	Sphéricité supposée	2,880	,102
	Greenhouse-Geisser	2,880	,102
	Huynh-Feldt	2,880	,102
	Borne inférieure	2,880	,102
biais * côté * pariétal	Sphéricité supposée	2,661	,115
	Greenhouse-Geisser	2,661	,115
	Huynh-Feldt	2,661	,115
	Borne inférieure	2,661	,115

Analyse de l'effet de lobe sur le biais de réponse: LÉSION OCCIPITALE X BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	90,296	1	90,296
	Greenhouse-Geisser	90,296	1,000	90,296
	Huynh-Feldt	90,296	1,000	90,296
	Borne inférieure	90,296	1,000	90,296
biais * côté	Sphéricité supposée	64,351	1	64,351
	Greenhouse-Geisser	64,351	1,000	64,351
	Huynh-Feldt	64,351	1,000	64,351
	Borne inférieure	64,351	1,000	64,351
biais * occipital	Sphéricité supposée	22,959	1	22,959
	Greenhouse-Geisser	22,959	1,000	22,959
	Huynh-Feldt	22,959	1,000	22,959
	Borne inférieure	22,959	1,000	22,959
biais * côté * occipital	Sphéricité supposée	4,992	1	4,992
	Greenhouse-Geisser	4,992	1,000	4,992
	Huynh-Feldt	4,992	1,000	4,992
	Borne inférieure	4,992	1,000	4,992
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	350,033	25	14,001
	Greenhouse-Geisser	350,033	25,000	14,001
	Huynh-Feldt	350,033	25,000	14,001
	Borne inférieure	350,033	25,000	14,001

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	6,449	,018
	Greenhouse-Geisser	6,449	,018
	Huynh-Feldt	6,449	,018
	Borne inférieure	6,449	,018
biais * côté	Sphéricité supposée	4,596	,042
	Greenhouse-Geisser	4,596	,042
	Huynh-Feldt	4,596	,042
	Borne inférieure	4,596	,042
biais * occipital	Sphéricité supposée	1,640	,212
	Greenhouse-Geisser	1,640	,212
	Huynh-Feldt	1,640	,212
	Borne inférieure	1,640	,212
biais * côté * occipital	Sphéricité supposée	,357	,556
	Greenhouse-Geisser	,357	,556
	Huynh-Feldt	,357	,556
	Borne inférieure	,357	,556

Analyse de la distribution normale des variables d'omission et de commission de l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR
Explorer

Descriptives			
		Statistique	Erreur type
Erreurs d'omission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Asymétrie	,145	,427
	Aplatissement	-,747	,833
Erreurs de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Asymétrie	,486	,427
	Aplatissement	-,794	,833

Tests de normalité		
	Shapiro-Wilk	
	Statistique	Probabilité
Erreurs d'omission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	,933	,060
Erreurs de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	,925	,030

*dld = 30 pour les deux variables ci-dessus

Analyse de l'interaction BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ sur l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	dld	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	17,143	1	17,143
	Greenhouse-Geisser	17,143	1,000	17,143
	Huynh-Feldt	17,143	1,000	17,143
	Borne inférieure	17,143	1,000	17,143
biais * côté	Sphéricité supposée	2,743	1	2,743
	Greenhouse-Geisser	2,743	1,000	2,743
	Huynh-Feldt	2,743	1,000	2,743
	Borne inférieure	2,743	1,000	2,743
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	99,607	28	3,557
	Greenhouse-Geisser	99,607	28,000	3,557
	Huynh-Feldt	99,607	28,000	3,557
	Borne inférieure	99,607	28,000	3,557

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	4,819	,037
	Greenhouse-Geisser	4,819	,037
	Huynh-Feldt	4,819	,037
	Borne inférieure	4,819	,037
biais * côté	Sphéricité supposée	,771	,387
	Greenhouse-Geisser	,771	,387
	Huynh-Feldt	,771	,387

Tests des effets intra-sujets			
Mesure:MEASURE_1			
Source		D	Probabilité
biais	Sphéricité supposée	4,819	,037
	Greenhouse-Geisser	4,819	,037
	Huynh-Feldt	4,819	,037
	Borne inférieure	4,819	,037
biais * côté	Sphéricité supposée	,771	,387
	Greenhouse-Geisser	,771	,387
	Huynh-Feldt	,771	,387
	Borne inférieure	,771	,387

Analyse de l'interaction BIAIS DE RÉPONSE X CÔTÉ sur l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR avec ÉTIOLOGIE PROGRESSIVE VERSUS AIGUE en covariable
Modèle linéaire général

Tests des effets intra-sujets				
Mesure:MEASURE_1				
Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés
biais	Sphéricité supposée	27,567	1	27,567
	Greenhouse-Geisser	27,567	1,000	27,567
	Huynh-Feldt	27,567	1,000	27,567
	Borne inférieure	27,567	1,000	27,567
biais * étiologie progressive versus aiguë	Sphéricité supposée	17,514	1	17,514
	Greenhouse-Geisser	17,514	1,000	17,514
	Huynh-Feldt	17,514	1,000	17,514
	Borne inférieure	17,514	1,000	17,514
biais * côté	Sphéricité supposée	5,983	1	5,983
	Greenhouse-Geisser	5,983	1,000	5,983
	Huynh-Feldt	5,983	1,000	5,983
	Borne inférieure	5,983	1,000	5,983
Erreur(biais)	Sphéricité supposée	82,093	27	3,040
	Greenhouse-Geisser	82,093	27,000	3,040
	Huynh-Feldt	82,093	27,000	3,040
	Borne inférieure	82,093	27,000	3,040

Tests des effets intra-sujets

Mesure: MEASURE_1

Source		D	Sig.
Biais	Sphéricité supposée	9,067	,006
	Greenhouse-Geisser	9,067	,006
	Huynh-Feldt	9,067	,006
	Borne inférieure	9,067	,006
biais * étiologie progressive versus aiguë	Sphéricité supposée	5,760	,024
	Greenhouse-Geisser	5,760	,024
	Huynh-Feldt	5,760	,024
	Borne inférieure	5,760	,024
biais * côté	Sphéricité supposée	1,968	,172
	Greenhouse-Geisser	1,968	,172
	Huynh-Feldt	1,968	,172
	Borne inférieure	1,968	,172

3. côté de la lésion * biais

Mesure: MEASURE_1

côté de la lésion		biais	Moyenne	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95%	
					Borne inférieure	Limite supérieure
Dimension1	gauche	1	4,637 ^a	,402	3,813	5,461
		2	2,934 ^a	,476	1,958	3,911
	droite	1	3,629 ^a	,430	2,747	4,511
		2	3,218 ^a	,509	2,173	4,263

a. Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : étiologie a potentiel progressif versus statique = 1,5333.

Test de l'effet simple ERREURS DE COMMISSION X CÔTÉ sur l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR
Test-t

Statistiques de groupe					
	côté de la lésion	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur type de la moyenne
Erreurs de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Gauche	16	3,0000	1,63299	,40825
	Droite	14	3,1429	2,14322	,57280

Test d'échantillons indépendants					
		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes	
		F	Probabilité	t	dld
Erreurs de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Hypothèse de variances égales	1,147	,293	-,207	28
	Hypothèse de variances inégales			-,203	24,159

Test d'échantillons indépendants				
		Test-t pour égalité des moyennes		
		Probabilité	Différence moyenne	Différence écart-type
Erreurs de commission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Hypothèse de variances égales	,838	-,14286	,69062
	Hypothèse de variances inégales	,841	-,14286	,70340

Test de l'effet simple ERREURS D'OMISSION X CÔTÉ sur l'épreuve de mémoire rétrospective de SAVR
Test-t

Statistiques de groupe					
	Côté de la lésion	N	Moyenne	Ecart-type	Erreur type de la moyenne
Erreurs d'omission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	gauche	16	4,5000	1,67332	,41833
	droite	14	3,7857	1,80506	,48242

Test d'échantillons indépendants			
		Test de Levene sur l'égalité des variances	
		F	Probabilité
Erreurs d'omission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Hypothèse de variances égales	,053	,820
	Hypothèse de variances inégales		

Test d'échantillons indépendants				
		Test-t pour égalité des moyennes		
		t	ddl	Probabilité
Erreurs d'omission sur l'épreuve de mémoire rétrospective	Hypothèse de variances égales	1,124	28	,270
	Hypothèse de variances inégales	1,119	26,779	,273

BIBLIOGRAPHIE

- Ackil, J.K. et Zaragoza, M.S. (1998). Memorial consequences of forced confabulation: Age differences in susceptibility to false memories. *Developmental Psychology*, 34(6), 1358-1372. doi: 10.1037/0012-1649.34.6.1358
- Agren, H. et Reibring, L. (1994). PET studies of presynaptic monoamine metabolism in depressed patients and healthy volunteers. *Pharmacopsychiatry*, 27, 2-6. doi: 10.1055/s-2007-1014265
- Akscoomoff, N.A. et Stiles, J. (1995). Developmental trends in visuospatial analysis and planning: II Memory for a complexe figure. *Neuropsychology*, 9 (3), 378-389. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/journal/08944105>
- Alajouanine, T. et Lhermitte, F. (1965). Acquired aphasia in children. *Brain*, 88, 653-662. Retrieved from <http://brain.oxfordjournals.org/content/by/year>
- Anderson, V., Jacobs, R., Spencer-Smith, M., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M. et Leventer, R. (2010). Does early age at brain insult predict worse outcome? Neuropsychological implications. *Journal of Pediatric Psychology*, 35(7), 716-727. doi : 10.1093/jpepsy/jsp100
- Anderson, V., Spencer-Smith, M., Leventer, R., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M. et Jacobs, R. (2009). Childhood brain insult: can age at insult help use predict outcome? *Brain*, 132, 45-56. doi: 10.1093/brain/awn293
- Andrew, R.J. (1999). The differential roles of the right and left sides of the brain in memory formation. *Behavioral Brain Research*, 98(2), 289-295. doi: 10.1016/S0166-4328(98)00095-3
- Arrigoni, G. et DeRenzi, E. (1964). Constructional apraxia and hemispheric locus of lesion. *Cortex*, 1(2), 170-197. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Arseni, C. et Danaila, L. (1977). Logorrhea syndrome with hyperkinesia. *European Neurology*, 15(4), 183-187. doi : 10.1159/000114831
- Axelrod, S., Leiber, L. et Noonan, M. (1978). Classification of random forms and distortions presented to the left or right visual field. *Perceptual and Motor*

Skills, 47, 615-621. Retrieved from <http://ammons.ammonsscientific.com/php/toc.php>

- Ballantyne, A.O., Spilkin, A.M. et Trauner, D.A. (2007). Language outcome after perinatal stroke: does side matter? *Child Neuropsychology*, 13, 494-509. doi: 10.1080/09297040601114878
- Basser, L.S. (1962). Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain*, 85, 427-460. doi: 10.1093/brain/85.3.427
- Battersby, W.S., Bender, M.B. et Pollack, M. (1956). Unilateral spatial agnosia (inattention) in patients with unilatéral cérébral lesions. *Brain*, 79(1), 68-93. doi: 10.1093/brain/79.1.68
- Baxter, L. R., Schwartz, J. M., Phelps, M. E., Mazziotta, J. C., Guze, B. H., Selin, C. E., Grner, R. H. et Sumida, R. M. (1989). Reduction of prefrontal cortex glucose metabolism common to three types of depression. *Archives of General Psychiatry*, 46, 243-250. Retrieved from <http://archpsyc.ama-assn.org/cgi/content/abstract/46/3/243>
- Bellamy, K.J. et Shillcock, R. (2007). A right hemisphere bias towards false memory. *Laterality*, 12(2), 154-166. doi: 10.1080/13576500601051648
- Bellissimo, M.I., Kouzmine, I., Ferro, M.M., de Oliveira, B.H., Canteras, N.S. et Da Cunha, C. (2004). Is the unilateral lesion of the left substantia nigra pars compacta sufficient to unduce working memory impairment in rats? *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(2), 150-158. doi: 10.1016/j.nlm.2004.06.006
- Bench, C.J., Friston, K.J., Brown, R.G., Frackowiak, R.S. et Dolan, R.J. (1993). Regional cerebral blood flow in depression measured by positron emission tomography: the relationship with clinical dimensions. *Psychological Medicine*, 23, 579-590. doi: 10.1017/S0033291700025368
- Berger, J.M., Perret, E. et Zimmermann, A. (1987). Interhemispheric integration of compound nouns: effects of stimulus arrangement and mode of presentation. *Perceptual and Motor Skills*, 65(2), 663-671. Retrieved from <http://ammons.ammonsscientific.com/php/toc.php>
- Biederman, I. et Cooper, E.E. (1991). Evidence for complete translational and reflectional invariance in visual object priming. *Perception*, 20, 585-593. doi: 10.1068/p200585

- Billingsley, R.L., Smith, M.L. et McAndrews, M.P. (2002). Developmental patterns in priming and familiarity in explicit recollection. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82(3), 251-277. doi : 10.1016/S0022-0965(02)00007-3
- Binder, L. (1982). Constructional strategies on complex figure drawings after unilateral brain damage. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 51-58.
- Blanca Mena, M.J. (1992). Can certain stimulus characteristics influence the hemispheric differences in global and local processing? *Acta Psychologica*, 79(3), 201-217. doi:10.1016/0001-6918(92)90057-K
- Blanca, M.J. et Alarcon, R. (2002). Hemispheric differences in global and local processing with orientation classification tasks. *Neuropsychologia*, 40(7), 957-963. doi:10.1016/S0028-3932(01)00149-X
- Blanca, M.J., Zalabardo, C., Garcia-Criado, F. et Siles, R. (1994). Hemispheric differences in global and local processing dependent on exposure duration. *Neuropsychologia*, 32(11), 1343-1351. doi:10.1016/0028-3932(94)00067-0
- Blaxton, T.A. et Theodore, W.H. (1997). The role of the temporal lobes in recognizing visuospatial materials: Remembering versus knowing. *Brain & Cognition*, 35(1), 5-25. doi: 10.1006/brcg.1997.0902
- Blumberg, H. P., Stern, E., Ricketts, S., Martinez, D., de Asis, J., White, T., Epstein, J., Isenberg, N., McBride, A., Kemperman, I., Emmerich, S., Dhawan, V., Eidelberg, D., Kocsis, J. H. et Silbersweig, D. A. (1999). Rostral and orbital prefrontal cortex dysfunction in the manic state of bipolar disorder. *American Journal of Psychiatry*, 156, 1986-1988. Retrieved from http://70.40.210.53/files/Orbitofrontal_Dysfunction_in_Manic.pdf
- Blumer, D., Benson, D.F. (1995). *Personality changes with frontal and temporal lobe lesions*. In DF Benson D Blumer (Eds), *Psychiatric aspects of neurologic disease* (pp.151-170). New York: Grune & Stratton, Inc.
- Boeschoten, M.A., Kemner, C., Kenemans, J.L. et Engeland, H. (2005). The relationship between local and global processing and the processing of high and low spatial frequencies studied by event-related potentials and source modeling. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 24(2), 228-236. doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.01.021
- Bohbot, V.D., Lerch, J., Thorndycraft, B., Iaria, G. et Zijdenbos, A.P. (2007). Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual

- navigation task. *The Journal of Neurosciences*, 27(38), 10078-10083. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1763-07.2007
- Boles, D.B. (1984). Global versus local processing: Is there a hemispheric dichotomy? *Neuropsychologia*, 22, 445-455. doi: 10.1016/0028-3932(84)90039-3
- Boles, D.B. et Karner, T.A. (1996). Hemispheric differences in global versus local processing: still unclear. *Brain & Cognition*, 30(2), 232-243. doi:10.1006/brcg.1996.0015
- Bornstein, M.H., Gross, C.G. et Wolf, J.Z. (1978). Perceptual similarity of mirror images in infancy. *Cognition*, 6, 89-116. doi : 10.1016/0010-0277(78)90017-3
- Branch, C., Milner, B. et Rasmussen, T. (1964). Intracarotid sodium Amytal for the lateralization of cerebral speech dominance; observations in 123 patients. *Journal of Neurosurgery*, 21, 399-405. doi: 10.3171/jns.1964.21.5.0399
- Braun, C.M.J. (2007). Evolution of hemispheric specialisation of antagonistic systems of management of the body's energy resources. *Laterality: Asymmetries of body, brain and cognition*, 12(5), 397-427. doi: 10.1080/13576500701458875
- Braun, C.M.J., Achim, A., Charron, J.F. et Côté, A. (1998). Dissociation of hemispheric exploitation of rods and cones for simple detection. *American Journal of Psychology*, 111, 241-263. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1423488>
- Braun, C.M.J., Archambault, M.A., Daigneault, S. et Larocque, C. (2000). Right body side performance decrement in congenitally dyslexic children and left body side performance decrement in congenitally hyperactive children. *Neuropsychiatry Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 13, 89-100. Retrieved from <http://journals.lww.com/cogbehavneurol/pages/default.aspx>
- Braun, C.M.J., Daigneault, R., Gaudet, S. et Guimond, A. (2008). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition symptoms of mania: which one(s) result(s) more often from right than left hemisphere lesions? *Comprehensive Neuropsychiatry*, 49, 441-459. doi:10.1016/j.comppsy.2008.02.001
- Braun, C.M.J., Delisle, J., Rouleau, I., Guimond, A. et Daigneault, R. (2009). Post unilateral lesion response biases modulate memory: Crossed double

dissociation of hemispheric specializations, *Laterality*, 14(2), 122-164. doi : 10.1080/13576500802328613

- Braun, C.M.J., Desjardins, S., Gaudet, S. et Guimond, A. (2006). Psychic tonus, body schema and parietal lesions: A multiple lesion case analysis. *Behavioral Neurology*, 18, 1-16. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/6170823401481849/>
- Braun, C.M.J., Dumont, M., Duval, J., Hamel, I. et Godbout, L. (2002). Opposed left and right brain hemisphere contributions to sexual drive: A multiple lesion case analysis. *Behavioral Neurology*, 14, 55-61. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/drx75tmjme1lmy3p/>
- Braun, C.M.J., Dumont, M., Duval, J. et Hamel, I. (2004). Speech rate as a sticky switch: A multiple lesion case analysis of mutism and hyperlalia. *Brain & Language*, 89, 243-252. doi:10.1016/S0093-934X(03)00402-4
- Braun C.M.J., Duval, J. et Guimond, A. (2006). Auditory hypergnosia as an example of psychic tonus in the temporal lobes: Multiple case analyses. *Critical Review in Neurobiology*, 17, 21-33. Retrieved from <http://www.begellhouse.com/journals/7b004699754c9fe6,0c6ebf4a55da92b6,7271f7327abed3d5.html>
- Braun, C.M.J. et Guimond, A. (2008). Visual hypo and hypergnosia as exemplars of poles of psychic tonus in the occipital lobes: Multiple case analyses. *Behavioral Neurology*, 19, 153-168. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/7gg46k143032w806/>
- Braun, C. M. J., Larocque, C., Daigneault, S. et Montour-Proulx, I. (1999). Mania, pseudomania, depression, and pseudodepression resulting from focal unilateral cortical lesions. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology*, 12, 35-51. Retrieved from http://journals.lww.com/cogbehavneurol/Abstract/1999/01000/Mania,_Pseudomania,_Depression,_and.5.aspx
- Braun, C.M.J., Sapin-Leduc, A, Picard, C., Bonenfant, E., Achim, A. et Daigneault, S. (1994). Zaidel's model of intra and interhemispheric dynamics: empirical tests, critical appraisal and proposed revision. *Brain & Cognition*, 24, 1-30. doi:10.1006/brcg.1994.1004
- Braun, C.M.J. et Suffren, S. (2010). A general neuropsychological model of delusion. *Cognitive Neuropsychiatry*, 1, 1-39. doi: 10.1080/13546800903442314

- Braun, M., Weinrich, C., Finke, C., Ostendorf, F., Lehman, T.-N. et Ploner, C.J. (2011). Lesions affecting the right hippocampal formation differentially impair short-term memory of spatial and nonspatial associations. *Hippocampus*, 21, 309-318. doi : 10.1002/hipo.20752
- Brickenkamp, R. (1968). *Le test d2 d'attention concentrée*. Paris : Editest.
- Brière, M.-E., Scott, J.G., McNall-Knapp, R.Y. et Adams, R.L. (2008). Cognitive outcome in pediatric brain tumor survivors : Delayed attention deficit at long-term follow-up. *Pediatric Blood Cancer*, 50, 337-340. doi : 10.1002/pbc.21223
- Broca, P. (1865). Du siège de la faculté du langage articulé. *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, 6, 377-393.
- Cabeza, R. et Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 1-47. doi:10.1162/08989290051137585
- Clark, L., Manes, F., Antoun, N., Sahakian, B. J., et Robbins, T. W. (2003). The contributions of lesion laterality and lesion volume to decision-making impairment following frontal lobe damage. *Neuropsychologia*, 41(11), 1474-1483. doi : 10.1016/S0028-3932(03)00081-2
- Chapman, S.B., Max, J.E., Gamino, J.F., McGlothlin, J.H. et Cliff, S.N. (2003). Discourse plasticity in children after stroke: Age at injury and lesion effects. *Pediatric Neurology*, 29(1), 34-41. doi: 10.1016/S0887-8994(03)00012-2
- Chilosi, A.M., Cipriani, P., Bertuccelli, B., Pfanner, L. et Cioni, G. (2001). Early cognitive and communication development in children with focal brain lesions. *Journal of Child Neurology*, 16, 309-316. doi: 10.1177/088307380101600502
- Clarke, S., Bellman, A., Meuli, R.A., Assal, G., Steck, A.J. (2000). Auditory agnosia and auditory spatial deficits following left hemisphere lesions: evidence for distinct processing pathways. *Neuropsychologia*, 38, 797-807. doi: 10.1016/S0028-3932(99)00141-4
- Cohen, H.D., Rosen, R.C. et Goldstein, L. (1976). Electroencephalographic laterality changes during human sexual orgasm. *Archives of Sexual Behavior*, 5, 189-199.

- Colombo, J. (1993). *Infant Cognition : Predicting later intellectual functioning*. Newbury Park :Sage Publications.
- Colombo, J., Freeseaman, L.J., Coldren, J.T. et Frick, J.E. (1995). Individual differences in infant fixation duration : Dominance of global versus local stimulus properties. *Cognitive Development*, 10, 271-285. doi:10.1016/0885-2014(95)90012-8
- Colivicchi, F., Bassi, A., Santini, M., et Caltagirone, C. (2004). Cardiac autonomic derangement and arrhythmias in right-sided stroke with insular involvement. *Stroke: A Journal of Cerebral Circulation*, 35(9), 2094-2098. Retrieved from <http://stroke.ahajournals.org/cgi/content/abstract/35/9/2094>
- Conway, M. A., et Fthenaki, A. (2003). Disruption of inhibitory control of memory following lesions to the frontal and temporal lobes. *Cortex*, 39 (4-5), 667-686. doi : 10.1016/S0010-9452(08)70859-1
- Cornell, J.M. (1985). Spontaneous mirror-writing in children. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 39, 174-179. doi : 10.1037/h0080122
- Dax, G. (1865). Lésions de la moitié gauche de l'encéphale coïncidant avec l'oubli des signes de la pensée. *Gazette Hebdomadaire de Médecine et Chirurgie*, 2, 256-262.
- Delis, D.C., Kramer, J.H. et Kiefner, M.G. (1988). Visuospatial functioning before and after commissurotomy. Disconnection in hierarchical processing. *Archives of Neurology*, 45(4), 462-465. Retrieved from <http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/abstract/45/4/462>
- Delis, D.C., Robertson, L.C. et Efron, R. (1986). Hemispheric specialization of memory for visual hierarchical stimuli. *Neuropsychologia*, 24(2), 205-214. doi:10.1016/0028-3932(86)90053-9
- Denes, G., Cappelletti, J.Y., Zilli, T., Dalla Porta, F. et Gallana, A. (2000). A category-specific deficit of spatial representation: the case of autotopagnosia, *Neuropsychologia*, 38, 345-50. doi: 10.1016/S0028-3932(99)00101-3
- Denman, S.B. (1984). *Deanman Neuropsychological Memory Scale*, auto-publié.
- DeRenzi, E. (2000). Disorders of visual recognition. *Seminars in Neurology*, 20(4), 479-485. doi: 10.1055/s-2000-13181

- Dolan, R. J., Bench, C. J., Liddle, P. F., Friston, K. J., Frith, C. D., Grasby, P. M. et Frackowiak, P.J. (1993). Dorsolateral prefrontal cortex dysfunction in the major psychoses : Symptom or disease specificity? *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 56, 1290-1294. doi:10.1136/jnnp.56.12.1290
- Dosher, B.A. (1984). Discriminating preexperimental (semantic) from learned (episodic) associations: A speed/accuracy study. *Cognitive Psychology*, 16(4), 519-555. doi: 10.1016/0010-0285(84)90019-7
- Doyon, J. et Milner, B. (1991). Right temporal-lobe contribution to global visual processing. *Neuropsychologia*, 29(5), 343-360. doi:10.1016/0028-3932(91)90024-3
- Drake, M.E. (1988). Episodic depression and hypomania with temporal EEG paroxysms. *Psychosomatics*, 29, 354-357. Retrieved from <http://psy.psychiatryonline.org/>
- Duval, J., Braun, C.M.J., Montour-Proulx, I., Daigneault, S., Rouleau, I. et Bégin, J. (2008). Brain lesions and IQ: Recovery versus decline depends on age of onset. *Journal of Child Neurology*, 23, 663-668. doi: 10.1177/0883073808314161
- Eichele, T., Nordby, H., Rimol, L.M. et Hugdahl, K. (2005). Asymmetry of evoked potential latency to speech sounds predicts the ear advantage in dichotic listening. *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 24(3), 405-412. doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.02.017
- Entus, A.K. (1977). *Hemispheric assymetry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli by infants*. Dans Sigalowitz, S.J., Gruber, F.A. (Eds). *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press.
- Evans, M.A., Shedden, J.M., Hevenor, S.J. et Hahn, M.C. (2000). The effect of variability of unattended information on global and local processing: evidence for lateralization at early stages of processing. *Neuropsychologia*, 38(3), 225-239. doi:10.1016/S0028-3932(99)00080-9
- Evert, D.L. et Kmen, M. (2003). Hemispheric asymmetries for global and local processing as a function of stimulus exposure duration. *Brain & Cognition*, 51(1), 115-142. doi:10.1016/S0278-2626(02)00528-6
- Everts, R., Lidzba, K., Wilke, M., Kiefer, C., Mordasini, M., Schroth, G., Perrig, W. et Steinlin, M. (2009). Strengthening of laterality of verbal and visuospatial

- functions during childhood and adolescence. *Human Brain Mapping*, 30, 473-483. doi: 10.1002/hbm.20523
- Everts, R., Pavlovic, J., Kaufmann, F., Uhlenberg, B., Seidel, U., Nedeltchev, K., Perrig, W. et Steinlin, M. (2008). Cognitive functioning, behavior, and quality of life after stroke in childhood. *Child Neurology*, 14, 323-338. Doi: 10.1080/09297040701792383
- Fagot, J. et Deruelle, C. (1997). Processing of global and local visual information and hemispheric specialization in humans (*Homo sapiens*) and baboons (*Papio papio*). *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception & Performance*, 23(2), 429-442. doi: 10.1037/0096-1523.23.2.429
- Farah, M.J., Levine, D.N. et Calvino, R. (1988). A case study of mental imagery deficit. *Brain & Cognition*, 8(2), 147-164. doi:10.1016/0278-2626(88)90046-2
- Feldman, H.M., Holland, A.L., Kemp, S.S. et Janosky, J.E. (1992). Language development after unilateral brain injury. *Brain & Language*, 42, 89-102. doi: 10.1016/0093-934X(92)90058-M
- Feldman, H.M. (1994). *Language development after early unilateral brain injury: A replication study*. Dans Tager-Flusberg, H. (Eds). Constraints on language acquisition, studies of atypical children. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fink, G.R., Marshall, J.C., Halligan, P.W. et Dolan, R.J. (1999). Hemispheric asymmetries in global/local processing are modulated by perceptual salience. *Neuropsychologia*, 37(1), 31-40. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00047-5
- Flowers, D.L., Jones, K., Noble, K., VanMeter, J., Zeffiro, T.A., Wood, F.B. et Eden, G.F. (2004). Attention to single letters activates left extrastriate cortex. *NeuroImage*, 21(3), 829-839. doi:10.1016/j.neuroimage.2003.10.002
- Frick, J.E., Colombo, J. et Ryther Allen, J. (2000). Temporal sequence of global-local processing in 3-months-old infants. *Infancy*, 1(3), 375-386. doi: 10.1207/S15327078IN0103_6
- Goodglass, H. et Quadfasel, F.A. (1954). Language laterality in left-handed aphasics. *Brain*, 77(4), 521-548. doi: 10.1093/brain/77.4.521

- Grabowska, A. et Nowicka, A. (1996). Visual-spatial-frequency model of cerebral asymmetry: a critical survey of behavioral and electrophysiological studies. *Psychological Bulletin*, 120(3), 434-449. doi: 10.1037/0033-2909.120.3.434
- Grimshaw, G.M., Kwasny, K.M., Covell, E. et Johnson, R.A. (2003). The dynamic nature of language lateralization: effects of lexical and prosodic factors. *Neuropsychologia*, 41(8), 1008-1019. doi:10.1016/S0028-3932(02)00315-9
- Guimond, A., Braun, C.M.J., Godbout, L., Rouleau, I. et Bélanger, F. (2006). Remembering the past and foreseeing the future while dealing with the present: A comparison of healthy young-adult and elderly cohorts on a multitask simulation of occupational activities. *Experimental Aging Research*, 32(3), 363-380. doi: 10.1080/03610730600699100
- Guimond, A., Braun, C.M.J., Godbout, L., Rouleau, I. et Bélanger, F. (2008). The relative importance of suboperations of prospective memory. *Applied Neuropsychology*, 15, 184-193. doi: 10.1080/09084280802324333
- Habib, R., Nyberg, L. et Tulving, E. (2003). Hemispheric asymmetries of memory: The HERA model revisited. *Trends in Cognitive Neurosciences*, 7(6), 241-245. doi: 10.1016/S1364-6613(03)00110-4
- Hachinsky, V.C., Oppenheimer, S.M., Wilson, J.X., Guiraudon, C. et Cechetto, D.F. (1992). Asymmetry of sympathetic consequences of experimental stroke. *Archives of Neurology*, 49(7), 697-702. Retrieved from <http://archneur.ama-assn.org/cgi/reprint/49/7/697>
- Halle, F., Gahr, M. et Kreutzer, M. (2003). Effects of unilateral lesions of HVC on song patterns of male domesticated canaries. *Journal of Neurobiology*, 56(4), 303-314. doi: 10.1002/neu.10230
- Hampstead, B.M., Lacey, S., Ali, S., Phillips, P.A., Stringer, A.Y. et Sathian, K. (2010). Use of complex three-dimensional objects to assess visuospatial memory in healthy individuals and patients with unilateral amygdalohippocampectomy. *Epilepsy & Behavior*, 18, 54-60. doi: 10.1016/j.yebeh.2010.02.021
- Hayes, B.K. et Hennessy, R. (1996). The nature and development of nonverbal implicit memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 22-43. doi : 10.1006/jecp.1996.0041

- Heaton, R.K., Grant, I., Anthony, W.Z. et Lehman, R.A.W. (1981). A comparison of clinical and automated interpretation of the Halstead-Reitan battery. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 3(2), 121-141.
- Hebb, D.O. (1947). The effects of early experience on problem solving at maturity. *American Psychologist*, 2, 737-745.
- Hebb, D.O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. New York: McGraw-Hill.
- Heffner, H.E. et Heffner, R.S. (1986). Effects of unilateral and bilateral auditory cortex lesions on the discrimination of vocalisations by Japanese macaques. *Journal of Neurophysiology*, 56(3), 683-701. Retrieved from: <http://jn.physiology.org/content/56/3/683.abstract>
- Heilman, K. M., Watson, R. T. et Valenstein, E. (1993). Neglect and related disorders. In K. M. Heilman et E. Valenstein (Eds.), *Clinical Neuropsychology*, 3rd ed. (pp. 279-336), New York: Oxford University Press.
- Hier, D.B., Mondlock, J. et Caplan, L.R. (1983). Recovery of behavioral abnormalities after right hemisphere stroke. *Neurology*, 33, 345-350. Retrieved from <http://www.neurology.org/>
- Hockley, W.E. (1992). Item versus associative information: Further comparisons of forgetting rates. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 18(6), 1321-1330. doi: 10.1037/0278-7393.18.6.1321
- Hopkins, W.D. (1997). Hemispheric specialization for local and global processing of hierarchical visual stimuli in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia*, 35(3), 343-348. doi:10.1016/S0028-3932(96)00089-9
- Iacoboni, M., Padovani, A., Di-Piero, V. et Lenzi, G.L. (1995). Post-stroke depression: Relationships with morphological damage and cognition over time. *Italian Journal of Neurological Sciences*, 16, 209-216. doi: 10.1007/BF02282991
- Iverson, G.L., Mendrek, A. et Adams, R.L. (2004). The persistent belief that VIQ-PIQ splits suggest lateralized brain damage. *Applied Neuropsychology*, 11(2), 85-90. doi : 10.1207/s15324826an1102_3

- Jamison, H.L., Watkins, K.E., Bishop, D.V. et Matthews, P.M. (2005). Hemispheric Specialization for Processing Auditory Nonspeech Stimuli. *Cerebral Cortex*, 16, 1266-1275. doi: 10.1093/cercor/bhj068
- Johnson, B.W., McKenzie, K.J. et Hamm, J.P. (2002). Cerebral asymmetry for mental rotation: effects of response hand, handedness and gender. *Neuroreport*, 13(15), 1929-1932. Retrieved from <http://journals.lww.com/neuroreport/toc/2002/10280>
- Jones-Gotman, M., Zatorre, R.J., Olivier, A., Andermann, F., Cendes, F., Staunton, H., McMackin, D., Siegel, A.M. et Wieser, H.G. (1997). Learning and retention of words and designs following excision from medial or lateral temporal-lobe structures. *Neuropsychologia*, 35, 963-973. doi: 10.1016/S0028-3932(97)00024-9
- Kang, D.H., Davidson, R.J., Coe, C.L., Wheeler, R.E., Tomarken, A.J. et Ershler, W.B. (1991). Frontal brain asymmetry and immune function. *Behavioral Neuroscience*, 105, 860-869. Retrieved from <http://www.apa.org/pubs/journals/bne>
- Kaplan, E. (1988). *A Process Approach to Neuropsychological Assessment*. In T. Boll et B. K. Bryant (Eds.). *Clinical Neuropsychology and Brain Function: Research, Measurement, and Practice*. Washington, DC. American Psychological Association.
- Kaplan, E., Fein, D., Kramer, J., Delis, D. et Morris, R. (1999). *The WISC-III as a Process Instrument* [Manual]. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Kaplan, E., Fein, D., Morris, R. et Delis, D. (1991). *The WAIS-R as a Neuropsychological Instrument*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Kennard, M.A. (1938). Reorganisation fo motor function in the cerebral cortex of monkeysdeprived of motor and premotor areas in infancy. *Journal of Neurophysiology*, 1, 477-496. Retrieved from <http://jn.physiology.org>
- Kerkhoff, G. (2001). Spatial hemineglect in humans. *Progress in Neurobiology*, 63, 1-27. doi: 10.1016/S0301-0082(00)00028-9
- Kessels, R.P., Jaap Kappelle, L., de Haan, E.H. et Postma, A. (2002). Lateralization of spatial-memory processes: evidence on spatial span, maze learning, and memory for object locations. *Neuropsychologia*, 40(8), 1465-1473. doi: 10.1016/S0028-3932(01)00199-3

- Khedr, E.M., Hamed, E., Said, A. et Basahi, J. (2002). Handedness and language cerebral lateralization. *European Journal of Applied Physiology*, 87(4-5), 469-473. doi : 10.1007/s00421-002-0652-y
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of visual stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 166-171. doi: 10.1037/h0083219
- Kimura, D. (1963). Right temporal lobe damage. *Archives of Neurology*, 8, 264-271. <http://archneur.ama-assn.org/cgi/reprint/8/3/264>
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3, 163-168. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Kimura, M., Murata, Y., Shimoda, K. et Robinson, R. G. (2001). Sexual dysfunction following stroke. *Comprehensive Psychiatry*, 42, 217-222. doi : 10.1053/comp.2001.23141
- Kinsbourne, M. (1987). *Mechanism of unilateral neglect*. Dans: Jeannerod, M. (Eds.). Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect. Amsterdam: North Holland.
- Klatsky, R.L. (1970). Interhemispheric of test stimulus representations in memory scanning. *Psychonomic Science*, 21, 201-203. Retrieved from http://www.periodicals.com/html/ihp_e.html?ep05834
- Knight, J.A. et Kaplan, E. (2004). *The Handbook of Rey-Osterrieth Complex Figure Usage: Clinical and Research Applications*. Psychological assessment resources: Lutz.
- Koek, R. J., Yerevanian, B. I., Tachiki, K. H., Smith, J. C., Alcock, J. et Kopelowicz, A. (1999). Hemispheric asymmetry in depression and mania : A longitudinal QEEG study in bipolar disorder. *Journal of Affective Disorders*, 53, 109-122. doi:10.1016/S0165-0327(98)00171-2
- Kolb, B. et Whishaw, I.Q. (1990). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. W.H. Freeman and Company: New York.
- Kolk, A. et Talvik, T. (2000). Cognitive outcome of children with early onset hemiparesis. *Journal of Child Neurology*, 15, 581-587. doi: 10.1177/088307380001500903

- Laeng, B., Overvoll, M. et Steinsvik, O.O. (2007). Remembering 1500 pictures: The right hemisphere remembers better than the left. *Brain & Cognition*, 63, 136-144. doi: 10.1016/j.bandc.2006.10.009
- Lamb, M.R. et Robertson, L.C. (1988). The processing of hierarchical stimuli: effects of retinal locus, locational uncertainty, and stimulus identity. *Perception Psychophysics*, 44(2), 172-181. Retrieved from <http://www.psychonomic.org/backissues/8416/pp/vol44-2/PDFs/pp-44-172.pdf>
- Lamb, M.R., Robertson, L.C. et Knight, R.T. (1989). Attention and interference in the processing of global and local information: effects of unilateral temporal-parietal junction lesions. *Neuropsychologia*, 27(4), 471-483. doi: 10.1016/0028-3932(89)90052-3
- Lambrey, S., Amorim, M.-A., Samson, S., Noulhiane, M., Hasboun, D., Dupont, S., Baulac, M. et Berthoz, A. (2008). Distinct visual perspective-taking strategies involve the left and right medial temporal lobe structures differently. *Brain*, 131, 523-534. doi: 10.1093/brain/awm317
- Lansing, A.E., Max, J.E., Delis, D.C., Fox, P.T., Lancaster, J., Manes, F.F. et Schatz, A. (2004). Verbal learning and memory after childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(5), 742-752. doi: 10.1017/S1355617704105122
- Lecours, A.R., Lupien, S. et Parente, M.A. (1989). Visual attention in left sylvian strokes. *Journal of Neurolinguistics*, 4(2), 255-271. doi: 10.1016/0911-6044(89)90017-1
- Lee, T.M.C., Yip, J.T.H. et Jones-Gotman, M. (2002). Memory deficits after resection from left and right anterior temporal lobe in humans: a meta-analytic review. *Epilepsia*, 43, 283-291. doi: 10.1046/j.1528-1157.2002.09901.x
- Lenneberg, E. (1967). *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley.
- Liégeois, F., Connely, A., Cross, J.H., Boyd, S.G., Gadian, D.G., Vargha-Khadem, F. et Baldeweg, T. (2004). Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere: an fMRI study. *Brain*, 127(6), 1229-1236. doi: 10.1093/brain/awh159
- Luria, A.R. (1980). *Higher Cortical Functions in Man*. New York : basic books.

- Maetsù, F., Saldana, C., Amo, C., Gonzalez-Hidalgo, M., Fernandez, A., Fernandez, S., Mata, P., Papanicolaou, A. et Ortiz, T. (2004). Can small lesions induce language reorganisation as large lesions do? *Brain & Language*, 89, 433-438. doi: 10.1016/j.bandl.2004.01.002
- Maguire, E.A., Gadian, D.G., Johnsrude, I.S., Good, C.D., Ashburner, J., Frackowiak, R.S.J. et Frith, C.D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(8), 4398-4403. doi: 10.1073/pnas.070039597
- Majdan, A., Sziklas, V. et Jones-Gotman, M. (1996). Performance of healthy subjects and patients with resection from the anterior temporal lobe on matched tests of verbal and visuo-perceptual learning. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18, 416-430. doi: 10.1080/01688639608408998
- Marsolek, C.J., Kosslyn, S.M. et Squire, L.R. (1992). Form specific visual priming in the right cerebral hemisphere. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 492-508. doi: 10.1037/0278-7393.18.3.492
- Martin, M. (1979). Hemispheric specialization for local and global processing. *Neuropsychologia*, 17(1), 33-40. doi:10.1016/0028-3932(79)90019-8
- Martinot, J.L., Hardy, P., Feline, A., Huret, J.D., Mazoyer, B., Attar-Levy, D., Pappata, S. et Syrota, A. (1990). Left prefrontal glucose hypometabolism in the depressed state: a confirmation. *American Journal of Psychiatry*, 147, 1313-1317. Retrieved from <http://ajp.psychiatryonline.org/cgi/reprint/147/10/1313>
- Max, J.E. (2004). Effect of side of lesion on neuropsychological performance in childhood stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(5), 698-708. doi: 10.1017/S1355617704105092
- McConley, R., Martin, R., Banos, J., Blanton, P. et Faught, E. (2006). Global/local scoring modifications for the Rey-Osterrieth Complex Figure: Relation to unilateral temporal lobe epilepsy patients. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 383-390. doi: 10.1017/S1355617706060413
- McFie, J. et Zangwill, O.L. (1960). Visual construction disabilities associated with lesions of the left cerebral hemisphere. *Brain*, 83, 243-260. doi: 10.1093/brain/83.2.243

- Mesulam, M.-M. (1998). From sensation and cognition. *Brain*, 121(6), 1013-1052. doi : 10.1093/brain/121.6.1013
- Migliorelli, R., Starkstein, S.E., Teson, A., De Quiros, G., Vazquez, S., Leiguarda, R. et Robinson, R.G. (1993). SPECT findings in patients with primary mania. *Journal of Neuropsychiatry*, 5, 379-383. Retrieved from <http://www.neuro.psychiatryonline.org/>
- Milner, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man. *Neuropsychologia*, 6, 191-209. doi: 10.1016/0028-3932(68)90019-5
- Milner, B., Taylor, L. et Sperry, R.W. (1968). Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. *Science*, 161(837), 184-186. doi: 10.1126/science.161.3837.184
- Molfese, D.L. et Molfese, V.J. (1980). Cortical responses of preterm infants to phonetic and nonphonetic speech stimuli. *Developmental Psychology*, 16, 574-581. doi: 10.1037/0012-1649.16.6.574
- Moore, P.M. et Baker, G.A. (1992). Validation of the Wechsler Memory Scale-Revised in a sample of people with intractable temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 37, 1215-1220. doi: 10.1111/j.1528-1157.1996.tb00556.x
- Moran, M., Seidenberg, M., Sabsevitz, D., Swanson, S. et Hermann, B. (2005). The acquisition of face and person identity information following anterior temporal lobectomy. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11(3), 237-248. doi : 10.1017/S1355617705050290
- Moscovitch, M. (1973). *Language and the Cerebral Hemispheres: Reaction Time Studies and Their Implications for Models of Cerebral Dominance*. In P. Pliner (Eds.) *Communication and affect: Language and thought*, (pp.89-126). NewYork, Academic Press.
- Moscovitch, M. (1982). *Multiple Dissociations of Functions in Amnesia*. In Cermak L. (Eds.). *Human Memory and Amnesia*. New Jersey: Earlbaum.
- Moses, P., Roe, K., Buxton, R.B., Wong, E.C., Frank, L.R. et Stiles, J. (2002). Functional MRI of global and local processing in children. *Neuroimage*, 16(2), 415-424. doi:10.1006/nimg.2002.1064
- Müller, R.A., Rothermel, R.D., Behen, M.E., Muzik, O., Chakraborty, P.K. et Chugani, H.T. (1999). Language organization in patients with early and late

- left hemisphere lesion: A PET study. *Neuropsychologia*, 37, 345-357. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00109-2
- Musiek, F.E. et Wilson, D.H. (1979). SSW and dichotic digit results pre- and post-commissurotomy: a case report. *Journal of Speech and Hear Disorders*, 44(4), 528-533. Retrieved from <http://jshd.asha.org/cgi/content/abstract/44/4/528>
- Naugle, R.I., Chelune, G.J., Cheek, R., Luders, H. et Awad, I.A. (1993). Detection of changes in material-specific memory following temporal lobectomy using the Wechsler Memory Scale-Revised. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 8, 381-395. doi: 10.1016/0887-6177(93)90002-I
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual processing. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383. doi:10.1016/0010-0285(77)90012-3
- Nyberg, L., Cabeza, R. et Tulving, E. (1996). PET studies of encoding and retrieval: The HERA model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(2), 135-148. doi: 10.3758/BF03212412
- Ogden, J.A. (1985). Anterior-posterior interhemispheric differences in the loci of lesions producing visual hemineglect. *Brain & Cognition*, 4, 59-75. doi: 10.1016/0278-2626(85)90054-5
- Ott, B.R. et Saver, J.L. (1993). Unilateral amnesic stroke: 6 new cases and a review of the literature. *Stroke*, 24, 1033-1042. Retrieved from <http://stroke.ahajournals.org/content/24/7/1033.abstract>
- Pegado, F., Nakamura, K., Cohen, L. et Dhaene, S. (2010). Breaking the symmetry: Mirror discrimination for single letters but not for pictures in the visual word form area. *NeuroImage*, 55, 742-749. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.11.043
- Penfield, W. et Roberts, L. (1959). *Speech and brain mechanisms*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pereira, A.G., Portuguese, M.W., da Costa, D.I., Azambuja, L.S., Marroni, S.P., da Costa, J.C. et Pereira-Filho, A.A. (2011). Route learning performance: Is it a hippocampus function? *Cognitive and Behavioral Neurology*, 24(1), 4-10. doi: 10.1097/WNN.0b013e318218c3d6

- Perfetti, C.A. et Frishkoff, G.A. (2008). *The Neural Bases of Text and Discourse Processing*. In B. Stemmer & H.A. Whitaker (Eds.). Handbook of the neuroscience of language. New York: Elsevier Academic Press.
- Polster, M.R. et Rapcsak, S.Z. (1994). Hierarchical stimuli and hemispheric specialization: two case studies. *Cortex*, 30(3), 487-497. . Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Powell, H.W.R., Parker, G.J.M., Alexander, D.C., Symms, M.R., Boulby, P.A., Wheeler-Kingshott, C.A.M., Barker, G.J., Noppeney, U., Koeppe, M.J. et Duncan, J.S. (2006). Hemispheric asymmetries in language-related pathways: A combined functional MRI and tractography study. *Neuroimage*, 32(1), 388-399. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.03.011
- Pujol, J., Deus, J., Losilla, J.M. et Capdevila, A. (1999). Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology*, 52(5), 1038-1043. Retrieved from <http://www.neurology.org/content/52/5/1038.abstract>
- Rapcsak, S. Z., Nielsen, L., Littrell, L. D., Glisky, E. L., Kaszniak, A. W., et Laguna, J. F. (2001). Face memory impairments in patients with frontal lobe damage. *Neurology*, 57(7), 1168-1175. Retrieved from <http://www.neurology.org/content/57/7/1168.short>
- Rasmussen, T. et Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Science*, 299, 355-369. doi: 10.1111/j.1749-6632.1977.tb41921.x
- Raz, S., Foster, M.S., Briggs, S.D. et Shah, F. (1994). Lateralization of perinatalcerebral insult and cognitive assymetry: Evidence from neuroimaging. *Neuropsychology*, 8, 160-170. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com>
- Reilly, J.S., Bates, E.A., Marchman, V.A. (1998). Narrative discourse in children with early focal brain injury. *Brain & Language*, 61(3), 335-375. doi : 10.1006/brln.1997.1882
- Renoux, G., Bizière, K., Renoux, M. et Guillaumin, J.M. (1983). The production of T-cell-inducing factors in mice is controlled by the brain neocortex. *Scandinavian Journal of Immunology*, 17(1), 45-50. doi : 10.1111/j.1365-3083.1983.tb00764.x

- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 215-285.
- Ricci, D., Mercuri, E., Barnett, A., Rathbone, R., Cota, F., Haataja, L., Rutherford, M., Dubowitz, L. et Cowan, F. (2007). Cognitive outcome at early school age in term-born children with perinatally acquired middle cerebral artery territory infarction. *Stroke*, 39, 403-410. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.489831
- Riege, W. H., Klane, L. T., Metter, E. J. et Hanson, W. R. (1982). Decision speed and bias after unilateral stroke. *Cortex*, 18 (3), 345-355. Retrieved from http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/714334/description#description
- Riva, D. et Cazzaniga, L. (1986). Late effects of unilateral brain lesions sustained before and after age one. *Neuropsychologia*, 24(3), 423-428. doi: 10.1016/0028-3932(86)90029-1
- Robertson, L.C. et Delis, D.C. (1986). 'Part-whole' processing in unilateral brain-damaged patients: dysfunction of hierarchical organization. *Neuropsychologia*, 24(3), 363-370. doi:10.1016/0028-3932(86)90021-7
- Robertson, L.C., Egly, R., Lamb, M.R. et Kerth, L. (1993). Spatial attention and cuing to global and local levels of hierarchical structure. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception & Performance*, 19(3), 471-487. doi: 10.1037/0096-1523.19.3.471
- Robertson, L.C., Lamb, M.R. et Knight, R.T. (1988). Effects of lesions of temporal-parietal junction on perceptual and attentional processing in humans. *Journal of Neuroscience*, 8(10), 3757-3769. Retrieved from <http://www.jneurosci.org/cgi/content/short/8/10/3757>
- Robinson, R.G., Shoemaker, W.J., Schlumpf, M., Valk, T. et Bloom, F.E. (1975). Effect of experimental cerebral infarction in rat brain on catecholamines and behavior. *Nature*, 255(5506), 332-334. doi: 10.1038/255332a0
- Roe, K., Moses, P. et Stiles, J. (1999). Lateralization of spatial processes in school aged children. *Journal of Cognitive Neuroscience*. (Suppl.), 41. Retrieved from http://cognet.mit.edu/library/conferences/paper?paper_id=3401
- Rosen, R.C., Goldstein, L., Scoles, V. et Lazarus, C. (1986). Psychophysiologic correlates of nocturnal penile tumescence in normal males. *Psychosomatic*

Medicine, 48, 423-429. Retrieved from
<http://www.psychosomaticmedicine.org/cgi/content/abstract/48/6/423>

- Russel, E.W. (1995). The Accuracy of Automated and Clinical Detection of Brain damage and Lateralization in Neuropsychology. *Neuropsychology Review*, 5(1), 1-68. doi: 10.1007/BF02214929
- Samson, S. (1999). Musical function and temporal lobe structures: A review of brain lesion studies. *Journal of new music research*, 28(3), 217-228. doi: 10.1076/jnmr.28.3.217.3107
- Sandel, M. E., Williams, K. S., Dellapietra, L. et Derogatis, L. R. (1996). Sexual functioning following traumatic brain injury. *Brain Injury*, 10, 719-728. doi : 10.1080/026990596123981
- Sandi, C., Patterson, T.A. et Rose, S.P.R. (1993). Visual input and lateralisation of brain function in learning in the chick. *Neuroscience*, 52, 393-401. doi: 10.1016/0306-4522(93)90166-D
- Schacter, D.L., Wig, G.S. et Stevens, W.D. (2007). Reductions in cortical activity during priming. *Current Opinions in Neurobiology*, 17(2), 171-176. doi:10.1016/j.conb.2007.02.001
- Schatz, A.M., Ballantyne, A.O. et Trauner, D.A. (2000). A hierarchical analysis of block design errors in children with early focal brain damage. *Developmental Neuropsychology*, 17(1), 75-83. doi: 10.1207/S15326942DN1701_05
- Schatz, J., Craft, S., Koby, M. et DeBaun, M.R. (2004). Asymmetries in visual-spatial processing following childhood stroke. *Neuropsychology*, 18, 340-352. doi: 10.1037/0894-4105.18.2.340
- Schwoebel, J., Coslett, H.B., et Buxbaum, L.J. (2001). Compensatory coding of body part location in autotopagnosia: Evidence for extrinsic egocentric coding. *Cognitive Neuropsychology*, 18, 363-381. doi: 10.1080/02643290126218
- Seamon, J.G. (1974). *Coding and Retrieval Processes and the Hemispheres of the Brain*. In S.G. Dimond & J.G. Beaumont (Eds.), *Hemisphere function in the human brain*. New York: Wiley.
- Segalowitz, S.J. et Chapman, J.S. (1980). Cerebral asymmetry for speech in neonates: A behavioral measure. *Brain & Language*, 9(2), 281-288. doi: 10.1016/0093-934X(80)90147-9

- Sergent, J. (1982). Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception Psychophysics*, 31(5), 451-461.
- Shankweiler, D. et Studdert-Kennedy, M. (1967). Identification of consonants and vowels presented to left and right ears. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19(1), 59-63. doi: 10.1080/14640746708400069
- Shulman, G.L., Sullivan, M.A., Gish, K. et Sakoda, W.J. (1986). The role of spatial-frequency channels in the perception of local and global structure. *Perception*, 15(3), 259-273. doi:10.1068/p150259
- Sparks, R. et Geschwind, N. (1968). Dichotic listening in a man after section of neocortical commissures. *Cortex*, 4, 3-19. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Spiers, H.J., Burgess, N., Maguire, E.A., Baxendale, S.A., Hartley, T., Thompson, P.J., O'Keefe, J. (2001). Unilateral temporal lobectomy patients show lateralized topographical and episodic memory deficits in a virtual town. *Brain*, 124(12), 2476-2489. doi: 10.1093/brain/124.12.2476.
- Starkstein, S. E. et Robinson, R. G. (1997). Mechanism of disinhibition after brain lesions. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 185(2), 108-114. doi : 10.1097/00005053
- Staudt, M., Lidzba, K., Grodd, W., Wildgruber, D., Erb, M., Krägeloh-Mann, I. (2002). Right-Hemispheric Organization of Language Following Early Left-Sided Brain Lesions: Functional MRI Topography. *NeuroImage*, 16(4), 954-967. doi:10.1006/nimg.2002.1108
- Stiles, J., Trauner, D., Engel, M. et Nass, R. (1997). The development of drawing in children with congenital focal brain injury: Evidence for limited functional recovery. *Neuropsychologia*, 35(3), 299-312. doi:10.1016/S0028-3932(96)00088-7
- St-Marseille, A., Kouassi, G., D'Angelo, P., Laplante, S., Cheng, M.-L., Trouvé, F., Gilbert, D., Geadah, D. et Braun, C.M.J. (1996). Opposed left and right neocortical involvement in the immune response indexed by cerebrovascular accidents in humans: preliminary results. *Brain & Cognition*, 32, 173-175. doi:10.1006/brcg.1996.0064
- Stoleru, S., Gregoire, M.C., Gerard, D., Decety, J., Lafarge, E., Cinotti, L., Lavenne, F., Le Bars, D., Vernet-Maury, E., Rada, H., Collet, C., Mazoyer, B., Forest,

- M.G., Magnin, F., Spira, A. et Comar, D. (1999). Neuroanatomical correlates of visually evoked sexual arousal in human males. *Archives of Sexual Behavior*, 28, 1-21. doi: 10.1023/A:1018733420467
- Stone, S.P., Patel, P., Greenwood, R.J. et Halligan, P.W. (1992). Measuring visual neglect in acute stroke and predicting its recovery: the visual neglect recovery index. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 55(6), 431-436. doi:10.1136/jnnp.55.6.431
- Stone, S.P., Wilson, B., Wroot, A., Halligan, P.W., Lange, L.S. et Marshall, J.C. (1991). The assessment of visuo-spatial neglect after acute stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 54, 345-350. doi: 10.1136/jnnp.54.4.345
- Strauss, E. et Wada, J. (1983). Lateral preferences and cerebral speech dominance. *Cortex*, 19(2), 165-177. Retrieved from <http://www.cortexjournal.net/>
- Sussman, H.M. et MacNeilage, P.F. (1975). Dichotic pursuit auditory tracking after anterior temporal lobectomy. *Archives of Otolaryngology*, 101(6), 389-391. Retrieved from <http://archotol.ama-assn.org/cgi/content/abstract/101/6/389>
- Szaflarski, J.P., Binder, J.R., Possing, E.T., McKiernan, K.A., Ward, B.D. et Hammeke, T.A. (2002). Language lateralization in left-handed and ambidextrous people: fMRI data. *Neurology*, 59(2), 238-244. Retrieved from <http://www.neurology.org/>
- Szczepanski, S.M., Konen, C.S. et Kastner, S. (2010). Mechanisms of spatial attention control in frontal and parietal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 30(1), 148-160. doi : 10.1523/JNEUROSCI.3862-09.2010
- Teuber, H.L (1974). *Why two brains ?* In Schmitt, F., Worden, F. (Eds.) *The neurosciences : Third study program*. Cambridge : MIT press.
- Thal, D., Marchman, V., Stiles, J., Aram, D., Trauner, D., Nass, R. et Bates, E. (1991). Early lexical development in children with focal brain injury. *Brain & Language*, 40(4), 491-537. doi: 10.1016/0093-934X(91)90145-Q
- Tiihonen, J., Kuikka, J., Kupila, J., Partanen, K., Vainio, P., Airaksinen, J., Eronen, M., Hallikainen, T., Paanila, J. et Kinnunen, I. (1994). Increase in cerebral blood flow of right prefrontal cortex in man during orgasm. *Neuroscience Letters*, 170, 241-243. doi:10.1016/0304-3940(94)90328-X

- Toth, J. P. (1996). Conceptual automaticity in recognition memory : Levels-of-processing effects on familiarity. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 50(1), 123-138. doi : 10.1037/1196-1961.50.1.123
- Tucker, D.M. et Dawson, S.L. (1984). Asymmetric EEG changes as method actors generated emotions. *Biological Psychology*, 19, 63-75. doi: 10.1016/0301-0511(84)90011-5
- Tulving, E. et Schacter, D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247 (4940), 301-306. doi: 10.1126/science.2296719
- Turkowitz, G. (1977). The development of lateral differentiation in the human infant. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 213-221. doi: 10.1111/j.1749-6632.1977.tb41918.x
- Tzourio, N., Crivello, F., Mellet, E., Nkanga-Ngila, B. et Mazoyer, B. (1998). Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handers vs right handers. *Neuroimage*, 8(1), 1-16. doi:10.1006/nimg.1998.0343
- Vallar, G. (1993). *The Anatomical Basis of Spatial Hemi-neglect in Humans*. In I.H. Robertson & J.C. Marshall (Eds.), *Unilateral neglect: Clinical and experimental studies* (pp.27-59). Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Van Kleeck, M.H. (1989). Hemispheric differences in global versus local processing of hierarchical visual stimuli by normal subjects: new data and a meta-analysis of previous studies. *Neuropsychologia*, 27(9), 1165-1178. doi:10.1016/0028-3932(89)90099-7
- Vargha-Khadem, F. et Corballis, M.C. (1979). Cerebral asymmetry in infants. *Brain & Language*, 8(1), 1-9. doi:10.1016/0093-934X(79)90034-8
- Vargha-Khadem, F., Isaacs, E., Van der Werf, S., Robb, S. et Wilson, J. (1991). Development of intelligence and memory in children with hemiplegic cerebral palsy : The deleterious consequences of early seizures. *Brain*, 115(1), 315-329. doi: 10.1093/brain/115.1.315
- Verger, K., Junqué, C., Jurado, M.A., Tresseras, P., Bartumeus, F., Noguès, P., Poch, J.M. (2000). Age effect on long-term neuropsychological outcome in paediatric traumatic brain injury. *Brain Injury*, 14(6), 495-503. doi : 10.1080/026990500120411

- Verstichel, P et Cambier, J. (2005). *Les aphasies*. Dans Botez-Marquard, T. et Boller, F. (Eds) Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement (pp. 471-500). Canada : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Vikingstad, E.M., Cao, Y., Thomas, A.J., Johnson, A.F., Malik, G.M. et Welch, K.M. (2000). Language hemispheric dominance in patients with congenital lesions of eloquent brain. *Neurosurgery*, 47, 562-570. Retrieved from <http://journals.lww.com/neurosurgery/pages/default.aspx>
- Vogel, J.J., Bowers, C.A. et Vogel, D.S. (2003). Cerebral lateralization of spatial abilities: a meta-analysis. *Brain & Cognition*, 52(2), 197-204. doi:10.1016/S0278-2626(03)00056-3
- Wada, J. et Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of speech dominance. *Journal of Neurosurgery*, 17, 266-282. doi: 10.3171/jns.1960.17.2.0266
- Wada, J.A., Clarke, R. et Hamm, A. (1975). Cerebral hemispheric assymetry in humans. *Archives of Neurology*, 32(4), 239-246. Retrieved from: <http://archneur.ama-assn.org/cgi/content/abstract/32/4/239>
- Waldie, K.E. et Mosley, J.L. (2000). Hemispheric specialization for reading. *Brain & Language*, 75, 108-122. doi:10.1006/brln.2000.2346
- Wernicke, C. (1874). *Der Aphasische Symptomencomplex*. Breslau: Cohn and Weigert.
- Westmacott, R., Askalan, R., Macgregor, D., Anderson, P. et Deveber, G. (2010). Cognitive outcome following unilateral arterial ischaemic stroke in childhood : effects of age at stroke and lesion location. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(4), 386-393. doi : 10.1111/j.1469-8749.2009.03403.x
- Westmacott, R., MacGregor, D., Askalan, R. et deVeber, G. (2009). Late emergence of cognitive deficits after unilateral neonatal stroke. *Stroke*, 40, 2012-2019. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.533976
- Wilde, N., Strauss, E., Chelune, G.J., Loring, D.W., Martin, R.C., Hermann, B.P., Sherman, E. et Hunter, M. (2001). WMS-III performance in patients with temporal lobe epilepsy: group differences and individual classification. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 881-891. Retrieved from

<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=92777>

- Witelson, S.F. et Pallie, W. (1973). Left hemisphere specialization for language in the new-born: neuroanatomical evidence of assymetry. *Brain*, 88, 653-662, doi: 10.1093/brain/96.3.641
- Woods, B.T. et Teuber, H.L. (1973). Early onset of complementary specialisation of the cerebral hemispheres in man. *Transactions of the Neurological Association*, 98, 113-117.
- Woods, B.T. et Teuber, H.L. (1978). Changing patterns of childhood aphasia. *Annals of Neurology*, 3, 273-280. doi: 10.1002/ana.410030315
- Yamadori, A., Mori, E., Tabuchi, M., Kudo, Y. et Mitani, Y. (1986). Hypergraphia: A right hemisphere syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 49 (10), 1160-1164. doi : 10.1136/jnnp.49.10.1160
- Yamadori, A., Osumi, Y., Tabuchi, M., Mori, E., Yoshida, T., Ohkawa, S. et Yoneda, Y. (1990). Hyperlalia: A right cerebral hemisphere syndrome. *Behavioral Neurology*, 3, 143-151. Retrieved from <http://www.iospress.nl/loadtop/load.php?isbn=09534180>
- Yonelinas, A.P. (2002). The nature of recollection and familiarity : A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441-517. doi : 10.1006/jmla.2002.2864
- Zarit, S.H. et Kahn, R.L. (1974). Impairment and adaptation in chronic disabilities : spatial inattention. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 159, 63-72. doi : 10.1097/00005053-197407000-00005